

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Sezónní stav populace modrásků *Phengaris nausithous*
v okolí Lohenic u Přelouče**

Bakalářská práce

**Tereza Juračková
Chov exotických zvířat**

doc. Mgr. Vladimír Vrabec, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Sezónní stav populace modrásků *Phengaris nausithous* v okolí Lohenic u Přelouče" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23.4.2024

Poděkování

Touto cestou bych velmi ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce doc. Mgr. Vladimíru Vrabcovi, Ph.D. za odborný dohled a za možnost podílet se na výzkumu modrásků rodu *Phengaris*, které vedlo k podnícení mého zájmu o hmyz a studium ekologických vztahů v přírodě. Také bych ráda poděkovala Ing. Terezii Arnoldové, Ph.D. za metodické vedení a zároveň všem, kdo se na sběru dat na lokalitě Lohenice podíleli.

Souhrn

Tato práce se zabývá stavem sezónní populace modráška bahenního - *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779), který má velmi složitý životní cyklus a specifické nároky na stanoviště, na kterém se vyskytuje. Je potravním specialistou na krvavci totenu - *Sanguisorba officinalis* (Linnaeus, 1753) a zároveň je úzce vázán na mravence rodu *Myrmica*. V přírodě jsou metapopulace modráška bahenního a zároveň i společně s ním se vyskytujícího modráška očkovaného – *Phengaris teleius* (Bergsträsser, 1779), rozděleny na menší kolonie, které se vyskytují fragmentovaně v krajině. Aby bylo zajištěno fungování životaschopné populace, je potřeba všechny stanoviště s výskytem obou druhů vhodně obhospodařovat, protože jedinci ze stanovišť migrují a tím dochází k propojování právě do zmíněné metapopulace.

Cílem bylo popsat populační parametry druhu a jejich změny. Byla sledována lokalita Lohenice, poblíž Přelouče, kde se stanoviště pravidelně monitorují už po několik let v souvislosti s budováním plavebního kanálu na řece Labi. Územní plány této stavby zasahují do několika stanovišť náležících do soustavy Natura 2000. Na těchto lokalitách se zároveň vyskytují oba chránění modrášci z rodu *Phengaris*.

Pro získávání populačních parametrů a dat o populaci byla pro monitoring použita metoda zpětných odchytů (mark – release – recapture) a dále byly zpracovávány výsledky pomocí vzorců a programu MARK. Prováděly se výpočty odhadů populace a jiných populačních parametrů. Pro jednotlivé roky byly stanoveny následující početní odhady velikosti populace: 2021 – 1324 jedinců, 2022 – 1191 jedinců, 2023 – 712 jedinců. Poměr pohlaví (m : f) u označených jedinců byl vychýlen ve prospěch samic: 2021 = 222 : 330; 2022 = 262 : 314; 2023 = 157 : 203.

Porovnání výsledků v průběhu tří let poukazuje na propad početnosti *Phengaris nausithous* na této lokalitě. Přesto se zde stále nachází funkční životaschopná metapopulace a lze předpokládat, že kapacita prostředí má potenciál hostit mnohem více jedinců. Zaznamenané migrace naznačují, že se kolonie modrášků propojují i s jinými, vzdálenějšími koloniemi na jiných lokalitách v okolí Přelouče. Metapopulační struktury jsou tedy dosud funkční. Dodržením vhodné péče o luční porosty na daných stanovištích lze tuto metapopulaci podpořit a tím zamezit postupnému vymírání modrášků druhu *Phengaris*.

Klíčová slova: *Phengaris nausithous*, počet jedinců, kolonie, metapopulace

Seasonal status of the population of *Phengaris nausithous* in the vicinity of Lohenice near Přebouč

Abstract

This work deals with the status of the seasonal population of the Dusky Large Blue butterfly (*Phengaris nausithous*) (Bergsträsser, 1779), which has a highly complex life cycle and specific habitat requirements. The butterfly feeds only on the flowerbuds of the Great Burnet (*Sanguisorba officinalis*) and is very closely associated with the ants of the genus *Myrmica*. The metapopulations of the Dusky Large blue and the Scarce Large Blue (*Phengaris teleius*) (Bergsträsser, 1779) are divided into smaller colonies, which are fragmented in the landscape. The individuals migrate from these separated patches and connect to the metapopulations. For ensuring the viable population it is necessary to manage all habitats where both species occur.

Studied population occur on a locality near Lohenice, close to town Přebouč. The habitats have been regularly monitored for several years in connection with the construction of a navigation canal on the Elbe River. The territorial plans for this construction affect several habitats belonging to The Natura 2000 protected areas network. Both species of the genus *Phengaris* occur in these habitats, *Phengaris nausithous* considered as near – threatened, while *Phengaris teleius* is protected by law.

To obtain population parameters, the mark – release – recapture method was used. The results and calculations were processed using the program MARK. For individual years, the following estimates of the population size were determined: 2021 – 1324 individuals, 2022 – 1191 individuals, 2023 – 712 individuals. The gender ratio (m : f) among the tagged individuals was more in favor of females: 2021 = 222 : 330; 2022 = 262 : 314; 2023 = 157 : 203.

Comparison of results over the three years of monitoring indicates a decline of the abundance of *Phengaris Nausithous* at this locality. Nevertheless a viable metapopulation still exists here and it could be assumed that the environmental capacity has the potential to host many more individuals. Recorded migrations suggest that colonies of these butterflies are connected to other distant populations in other distant locations around Přebouč. By adhering to suitable management of the meadows vegetation in these habitats, this metapopulation can be supported, thus preventing the gradual extinction of the *Phengaris* butterflies.

Keywords: *Phengaris nausithous*, number of individuals, colonies, metapopulation

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce.....	9
3 Literární přehled.....	10
3.1 Motýli – Lepidoptera	10
3.1.1 Anatomie.....	11
3.1.2 Monitoring motýlů.....	12
3.1.3 Ohrožení motýlů	13
3.2 Metapopulace	14
3.2.1 Metapopulační modely	15
3.3 Modráskovití motýli – Lycaenidae	16
3.3.1 Myrmekofilie	17
3.4 Modrásek bahenní – <i>Phengaris nausithous</i> (Bergsträsser, 1779)	18
3.4.1 Rozšíření	19
3.4.2 Nároky na stanoviště.....	20
3.4.3 Živná rostlina – <i>Sanguisorba officinalis</i>	20
3.4.4 Životní cyklus modráska.....	21
3.4.5 Rozmnožování	22
3.4.6 Hostitelští mravenci rodu <i>myrmica</i>	23
3.4.7 Ochrana <i>Phengaris nausithous</i> a legislativa.....	23
3.4.8 Management lokalit s výskytem <i>Phengaris nausithous</i>	24
3.4.9 Ochrana modrásků rodu <i>Phengaris</i> v okolí Přelouče	25
4 Metodika výzkumu	25
4.1 Studované plochy	26
4.2 Vlastní metodika práce.....	31
4.2.1 Způsob sběru dat.....	31
4.2.2 Způsob zpracování dat	33
4.3 Statistické vyhodnocení	33
5 Výsledky.....	34
5.1 Přehled za rok 2021.....	34
5.2 Přehled za rok 2022.....	36
5.3 Přehled za rok 2023.....	38
5.4 Porovnání výsledků.....	39
6 Diskuse	41
6.1 Sezónní stav	41
6.2 Osídlení jednotlivých stanovišť	41
6.3 Průměrná délka života.....	42

6.4	Struktura populace	42
6.5	Disperze	43
7	Doporučení pro praxi.....	43
8	Závěr.....	44
9	Literatura.....	45
10	Seznam tabulek	48
11	Seznam obrázků	48

1 Úvod

O budování plavebního koridoru Dunaj – Odra – Labe se vedly dlouholeté spory. Na jedné straně stálo ekonomické hledisko a na té druhé ochránáři přírody. I když v současné době byla uvolněna řada územních rezerv pro stavbu tohoto kanálu, tak se stále projednávají možnosti o splavnění Labe v úseku z Chvaletic do Pardubic. To však zahrnuje ve svých územních plánech lokality s výskytem ohrožených druhů modrásků rodu *Phengaris*. Tito motýli jsou velmi úzce vázaní na prostředí, ve kterém se vyskytují a mají specifické nároky pro dokončení svého životního cyklu. Proto se zde populace těchto motýlů pravidelně po několik let monitoruje a je sledován jejich vývoj v čase.

Téma mé bakalářské práce je zaměřeno na stav populace modráška bahenního (*Phengaris nausithous* Bergsträsser, 1779) v okolí Lohenic u Přelouče. Toto téma jsem si zvolila z důvodu mého zájmu o ochranu přírody a zejména v souvislosti s všeobecným a alarmujícím úbytkem hmyzu, který je nepostradatelnou složkou celého ekosystému naší planety.

V rámci této práce jsem s týmem terénních pracovníků monitorovala motýlí populaci modrásků bahenních na několika plochách poblíž Lohenic, které jsou ohroženy zánikem v souvislosti s budováním plavebního kanálu na Labi. Metodou zpětných odchytů byly zjišťovány důležité populační údaje, díky kterým lze zhodnotit stav dané populace a sezónní změny.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo získat základní informace o modráscích druhu *Phengaris nausithous* a stanovit konkrétní početnosti na určitých lokalitách poblíž Lohenic u Přelouče. Data byla sbírána v terénu metodou zpětných odchyťů značených jedinců a následně probíhalo vyhodnocování z hlediska dopadů lučního hospodaření a dalších faktorů, které mohou populace modrásků ovlivňovat. Odhady početnosti motýlů byly počítány na základě dat a podkladů získaných v roce 2021, 2022 a 2023.

3 Literární přehled

3.1 Motýli – Lepidoptera

Tento řád představuje ihned po broucích (Coleoptera), druhou největší skupinu fytofagního hmyzu (Wahlberg et al. 2013). Termín “Lepidoptera“ byl poprvé zaveden švédským přírodovědcem Carlem Linné v roce 1758 a skládá se ze dvou latinských slov “*lepidos*“ (šupina) a “*pteron*“ (křídlo). Toto pojmenování odkazuje na strukturu a stavbu motýlích křídel, jež jsou pokryty velkým množstvím malých šupinek (Macek et al. 2015).

S tímto řádem je spojeno zhruba 157 422 popsáných druhů a odhaduje se podobně vysoký počet druhů nepopsáných, přestože je tato skupina poměrně dobře prozkoumaná vzhledem k její oblíbenosti u amatérských i profesionálních entomologů. Motýli také posloužili jako modelová skupina pro sledování evoluční dynamiky, protože biologům poskytuje velmi hodnotné informace o vztazích s hostitelskými rostlinami (Wahlberg et al. 2013).

Motýli procházejí holometabolním vývojem, je to tedy hmyz s proměnou dokonalou (Endopterygota), což je řadí mezi vývojově pokročilejší skupiny hmyzu (Reichholf-Riehm 2003). Mají všeobecně známé schéma nepřímého vývoje jednotlivce, kdy probíhá několik stádií. Jejich vývoj zahrnuje stádia vajíčka, larvy, kukly a dospělce.

Zároveň jsou motýli tzv. monofyletickou skupinou, o které lze tvrdit, že se celá skupina vyvinula z jednoho předka (Beneš et al. 2002).

Jejich sesterskou skupinou jsou chrostíci (Trichoptera), kteří však mají jednodušší ústní ústrojí (Kristensen et al. 2003). Motýli jsou mnohem lépe adaptováni na tekutou potravu a na život na zemi, protože mají na rozdíl od kousacího ústního ústrojí chrostíků, přeměněné ústrojí na sací se sosákem (Beneš et al. 2002).

Tento řád zahrnuje jak denní motýli (Rhopalocera), tak noční motýli (Heterocera). Skupina motýlů denních je heliofilní, orientují se tedy zrakem a jsou charakterizováni především denní aktivitou. Oproti nočním motýlům se odlišují řadou anatomických znaků a chováním, či rozdílným způsobem letu (Macek et al. 2015). Denní motýli dělíme ještě do dvou nadčeledí: *Hesperoidea* obsahuje soumráčníkovité motýli a druhá nadčeleď *Papilionidae* obsahuje pět čeledí. Jsou to otakárkovití (Papilionidae), běláskovití (Pieridae), modráskovití (Lycaenidae), babočkovití (Nymphalidae) a pestrobarvcovití (Riodinidae).

Capinera (2008) píše, že existuje obrovská rozmanitost forem, biologii a stravovacích návyků, a jelikož jsou motýli zcela jedinečným hmyzem vyskytujícím se téměř po celém světě vyjma polárních oblastí, tak je tato skupina velmi dobře popsána a pojmenována (Capinera, 2008). S přísnými vazbami na živné rostliny mohlo souviset i rychlé štěpení nových druhů neboli speciace a nejružnější evoluce mimiker. Jiným důvodem pro rozmanitost a vysokou druhovou specifikaci může být i soužití s mravenci neboli myrmekofilie, která je typickým znakem pro modráskovitě motýly. Většina živných rostlin denních motýlů nejsou dominantní druhy, ale spíše krátkověké, vzrůstově malé a vázané na ranné sukcesní plochy. Takové rostliny se často brání syntetizováním chemických látek a jsou tedy často těžce požitelné až jedovaté. Proto jsou druhy žijící na takových rostlinách často monofágní, tedy se živí jen jednou určitou rostlinou. Z toho vyplývá, že motýli mají velmi úzce vyhraněné požadavky na živné rostliny a některé druhy motýlů se mohou dokonce bránit pomocí jedů, které pocházejí právě z rostlin (Beneš et al. 2002).

Rozsáhlá pozorování denních motýlů a zpracovávání míst výskytu do síťových map a atlasů poukazuje na trend celkového poklesu motýlích populací. Druhy, jež byly dříve poměrně běžné a široce rozšířené, se postupně stávají vzácnějšími a snižuje se nejen druhová pestrost, ale i počty jedinců jednotlivých druhů. Jednou z hlavních příčin bude nepochybně lidská činnost v podobě intenzivně využívané krajiny (Beneš et al., 2002).

3.1.1 Anatomie

Stejně jako ostatní jedinci ze skupiny Insecta, i u motýlů lze pozorovat základní členění těla na hlavu (caput), hrud' (thorax) a zadeček (abdomen).

Na hlavové části mají motýli přeměněné vnitřní části čelisti v charakteristický sosák, který má při nečinnosti schopnost spirálovitě se stočit. Jeho funkce spočívá v saní nektaru či vody z rostlin a příjmu minerálních látek. Často se na obou stranách vedle sosáku nachází pár makadel, složených ze tří článků. U některých menších druhů motýlů lze pozorovat absenci sosáku a k příjmu pylu z květů používají primitivnější kousavě-žvýkací ústrojí (Reichholf-Riehm 2003). Na hlavě jsou umístěny smyslové orgány v podobě páru tykadel (antennae), které jsou na konci kyjovitě rozšířené, a velkých složených očí. U dospělců jsou složené oči hlavním zrakovým orgánem. Zrak je pro denní motýly nejdůležitějším smyslem a slouží k orientaci v prostoru, nalezení potravy či ostatních jedinců a také pro výběr vhodného místa k naklazení vajíček. Oči jsou uzpůsobeny k širokoúhlému vidění, velmi dobře registrují pohyb, ale detaily nikoliv. Oko je složeno z tisíců šestibokých oček (ommatidia) a v každém se nachází čočka a sítnice (Goldsmith et Philpott 1957). Některé druhy motýlů mají mezi složenými očima i drobná očka (ocelli) pro lepší koordinaci letu (Kristensen et al. 2003).

Hrud' je tvořena třemi články a je poměrně výrazně oddělena od hlavy. Každý článek hrudi nese pár nohou. Nohy jsou tenké a slabé a u většiny motýlů se na končetinách mohou objevovat smyslové orgány schopné vnímat chuť (Reichholf-Riehm 2003). Z druhého a třetího článku vyrůstají dva páry blanitých křídel s šupinkami. Křídla jsou hlavním pohybovým orgánem motýlů. Dle Macek et al. (2015) mají v letu motýli propojena křídla do jednoho celku, což zajišťuje plynulý a harmonický pohyb. V klidovém stavu jsou křídla složena těsně u sebe například pomocí dvou spojovacích struktur hřebínku (frenulum) a záchytky (retinaculum). Šupinky na křídlech jsou zploštělé přetvořené chlupy a vzájemně se po vrstvách překrývají. Vytvářejí charakteristické kresby a barvy, které jsou dvojího typu – pigmentové nebo strukturální. Pigmentové barvy jsou vytvářeny barevnými pigmenty, které jsou uloženy přímo v šupinách. Vytvářejí zelené, červené a žluté odstíny. Typem druhým jsou struktury přímo na šupinách, které dokážou odrážet a lámat světelné paprsky. Tím vytvářejí krátké vlny světelného spektra a ty poté vnímáme jako odstíny modré. Kresba křídel má také funkci a prvky ochranného či výstražného zbarvení zajišťující nezbytnou obranu před predátory. Tvar křídel odpovídá strategii letu a schopnosti klikatě manévrovat před přímým letem predátorů (Reichholf-Riehm 2003).

Zadeček motýlů je štíhlý a dlouhý s více zjevnými články a na konci se nachází kopulační ústrojí (Reichholf-Riehm 2003).

3.1.2 Monitoring motýlů

Aby mohly být populace motýlů studovány z hlediska početnosti a zároveň byly získány důležité populační ukazatele, je několik metod, jak se tyto velikosti odhadují. Beneš et al (2002) se věnují a podrobně popsali způsoby monitoringu motýlů a odhadů velikosti populací. Různé metody odhadu jsou velmi dobře popsány a rozpracovány, a to nejen v lepidopterologii. Metody se rozdělují na absolutní a relativní.

Relativní metody jsou snadné, rychlé a zároveň mohou probíhat dlouhodobě. Získáváme při nich ale pouze odhady, propočítávání celé populace není možné provést zcela přesně. Naopak metody absolutní jsou složitější na provedení a nelze je použít pro mobilnější a pohyblivější druhy. Nicméně jsou schopné podat přesný obraz o populaci, ale stále musíme brát v úvahu, že počty budou vždy s určitou statistickou nepřesností.

Pro motýlí populace se relativní odhady provádějí počítáním dospělých imag, nebo vývojových stádií. Počítání vajíček, kukel nebo housenek má značné výhody, protože tyto stádia jsou méně mobilní než dospělci, lze je pozorovat při jakémkoliv počasí a jejich výskyt je častokrát mnohem delší než fáze dospělce. Sčítání vajíček lze ovšem realizovat pouze v případě, že vajíčka lze morfologicky rozpoznat od jiných druhů. Sčítání hnízd housenek je další relativní metodou, která má své využití především v zemědělství při počítání škůdců. U těchto metod je nutno zachovávat přesně stanovenou metodiku, aby bylo možné výsledky porovnávat na základě lokalit či sezón. Při monitoringu je také nutno sledovat všechny biologické parametry, které rozhodují o umístění hnízd housenek či poloze vajíček, může to být například i výška okolní vegetace. Podrobné informace o faktorech ovlivňujících volbu stanovišť poté dopomohou lépe pochopit nároky jednotlivých druhů na prostředí, které osídlují.

Počítání dospělých motýlů se provádí pomocí transektových sčítání, kdy pozorovatel pravidelně (většinou jednou za týden) pomalým tempem prochází předem určenou trasu po celou letovou sezónu motýlů, od poloviny dubna, do konce září a do záznamového archu zapisuje každého motýla, kterého spatří okolo sebe v okruhu méně než 5 metrů. Z těchto dat se poté odborníci dozvídají nejrůznější indexy a vytvářejí statistické analýzy. Jinou metodou sčítání motýlů je pozorování za jednotku času na jedné konkrétní lokalitě. Jde o záznamy odhadů jednotlivých početností v kusech a výhodou je rychlý odhad, například při průzkumech nových lokalit. Poslední relativní metodou je odchyt do pastí. K chytání se používají Moerickeho misky nebo závěsné pasti v korunách stromů, které lákají motýly na žlutou barvu a zároveň jsou naplněny kapalinou a umísťují se na místa, kde není mnoho nektaru, např. ve vysokohorských biotopech nebo na rašeliništích.

Absolutní metody zahrnují celou řadu postupů při takzvaných zpětných odchycích značených jedinců (mark – recapture, mark – release – recapture). Takto nasbíraná data se pak zpracovávají výpočetně. Nejznámější a nejjednodušší výpočetní metodou je Lincoln – Petersonův index (Horáček 1984), který má ale jen velmi omezené použití, nicméně pro rychlé odhady a přibližné počty je dostačující.

Tento index pracuje pouze s jedním značením a nelze ho uplatňovat na jakémkoliv druhu motýlů. Aby mohl být použit, tak sledovaná situace musí splňovat určitá kritéria. Populace musí být uzavřená, to znamená bez imigrace a emigrace a jedinci tedy nesmí přibývat ani se ztrácet. Monitoring musí probíhat náhodně a označení jedinci se musí rovnoměrně mísit s těmi neoznačenými. Pravděpodobnost odchytu by měla být stejná jak u jedinců označených,

tak u jedinců neoznačených a značení by nemělo jakkoliv ovlivňovat jejich chování. Tyto předpoklady lze v přírodě jen velmi těžko zajistit, proto by tyto podmínky měly být splněny alespoň přibližně.

Celková populace jedinců je zde značena jako písmeno N . Při prvním značení označíme určitý počet jedinců, jejichž počet nazveme m (marked). Po označení vypouštíme jedince zpět do prostředí. Po 24 hodinách se provádí značení druhé. V odchycených jedincích bude určitá část motýlů zpětně odchycená z předešlého dne a tedy označená. Tato část motýlů se nazývá r (recaptured). Z celkového počtu všech odchycených jedinců dostaneme další údaj a ten nazýváme s . Tedy následně můžeme pracovat se třemi hodnotami, i když stále musíme brát v potaz, že není možno označit úplně všechny jedince. Lze předpokládat, že poměr jak neodchycených, tak odchycených motýlů, byl při obou značeních stejný, tak bude platit, že:

$$r/m = s/N$$

Prostou trojčlenkou dojdeme k odhadu celkového počtu jedinců v dané populaci:

$$N = (m \cdot s) / r$$

Pro přiblížení dalších způsobů monitoringu motýlů ve volné přírodě zde uvádím ještě jiné absolutní metody. Například Craigova metoda, která je velmi rychlá a umožňuje vytvořit odhad po jednom jediném dni značení, kdy porovnává veškeré odchvy motýlů s počty již označených jedinců a pomocí série čísel sleduje matematické rozdělení. Tato metoda však není moc přesná. Metody, které vyžadují opakované značení jedinců, jsou pro přesnost výpočtů mnohem spolehlivější a zahrnují např. Fisher – Fordův index používaný v uzavřených populacích, kdy sleduje populaci v čase a dokáže odhadnout dynamiku početnosti v sezóně. Nevýhodou je, že předpokládá přežívání všech jedinců, což není realistické a obdobná je i Bailyho metoda. Je velice podobná Lincoln – Petersonovu indexu (resp. metody jsou z něj odvozené), ale funguje už jen se třemi následnými odchvy (Beneš et al. 2002).

Značení motýlů se provádí většinou popisem na křídla unikátním kódem, a to nesmyvatelným popisovačem, standardně lihovým fixem.

3.1.3 Ohrožení motýlů

V současnosti je z dostupných čísel a studií pozorován výrazný úbytek hmyzu a vymírání druhů. Dle Červeného seznamu IUCN ohrožených druhů za posledních 200 let vymizely z území České republiky až tisíce druhů bezobratlých živočichů. Největší příčinou úbytku hmyzu jsou především změny a intenzifikace v zemědělství a lesnictví a s tím spojené znečišťování prostředí syntetickými pesticidy a hnojivy, ale také urbanizace a totální destrukce přírodních stanovišť (Čížek et al. 2019). Dle Laštůvky et al. (2011) bude mezi dalšími příčinami zřejmě celková homogenizace krajiny, úbytek a roztržitost biotopů a v neposlední řadě sukcese (Laštůvka et Liška 2011). Teprve nedávno se začíná hovořit i o významném vlivu

světelného znečištění a následné dezorientace a úhynu v noci aktivních druhů (Gaston et al. 2017).

Velká část původních lokalit byla v minulosti zničena a původně nížinné druhy se musely adaptovat na člověkem přeměněné habitaty. Změny v lesnickém hospodaření a zemědělství mají dramatický dopad na organismy a to především na bezobratlé živočichy, zejména hmyz (Elmes et Thomas 1992).

Faktory ovlivňující vyhynutí populací mohou být jak deterministické neboli předvídatelné, tak faktory stochastické neboli náhodné. Faktory náhodné mohou být například výskyty predátorů a parazitů, náhlý výkyv klimatu a celá řada jiných nepředvídatelných přírodních změn a jevů, nelze je tedy přímo ovlivnit. Do předvídatelných faktorů můžeme zahrnout nejen situace, kdy velikost populace přeroste možné zdroje, ale i změny biotopů a v neposlední řadě i lidskou činnost včetně vyvolaných predikovatelných změn klimatických. Vhodným managementem a péčí lze tedy do vymírání druhů zasahovat. Pokud chceme chránit a udržovat ohrožené druhy, zejména ty s uzavřenou populací, musíme se zaměřit na udržení takového stavu dané lokality, který poskytne populaci co nejlepší podmínky a tím pádem zajistí udržení druhu, a proto je potřeba ochraňovat celé ekosystémy (Beneš et al. 2002).

Dle Konvičky patří do motýlí fauny České republiky 161 druhů denních motýlů. Z toho je 17 druhů (11 %) lokálně vyhynulých, 20 druhů kriticky ohrožených a 43 druhů je na různých stupních ohrožení (Beneš et al. 2002). V červeném seznamu ohrožených druhů ČR je 101 druhů motýlů (Hejda et al. 2017).

Ochrana motýlů, kteří se vážou na neaparentní živné rostliny, tedy na rostliny s krátkou dobou života rostoucí na ranně sukcesních biotopech zároveň v kombinaci s migrací dospělců, se velmi liší od typické ochrany přírody, která je soustředěna zejména na lesní prostředí. Je proto nezbytné mít k ochraně těchto druhů motýlů zcela jiný přístup (Beneš et al. 2002).

3.2 Metapopulace

Motýli se v přírodě nevyskytují samostatně, ale skupiny jednotlivých druhů vytvářejí populace, které jsou svými znaky odlišné od jiných takových skupin. Každá populace má určité parametry, charakterizované základními ukazateli a to porodností – natalitou, úmrtností – mortalitou, imigrací a emigrací. Určité druhy motýlů nejsou přesně vázané na určité biotopy a v krajině se s nimi lze setkat prakticky kdekoliv, ale jiné druhy mají přesně definované prostředí, kde mohou tvořit své kolonie. Dle Warren (1992) se populační struktury rozdělují na tři typy. Jsou to populace uzavřené, otevřené a populace migrujících druhů.

Uzavřená populace je charakterizována minimálními přelety jedinců mezi koloniemi a obývá určité definované prostředí s jasnými hranicemi. Jedinci této populace jsou většinou ve vysoké koncentraci na malé ploše. Patří mezi ně řada modrásků, včetně modráška bahenního, kterému se budeme dále věnovat. Oproti tomu populace otevřené naopak charakterizuje vysoká přelétavost jedinců mezi svými domovskými okrsky, což jsou místa, kde mají jedinci odlišné zdroje a území lze jen těžko vymezovat. Posledním druhem populací jsou migrující druhy, kdy se celá populace daných jedinců pohybuje cíleně na velké vzdálenosti až tisíců kilometrů a jejich generace se vyvíjí na zcela vzdálených místech (Beneš et al. 2002).

Pro studium druhů v krajině je ale potřeba sledovat větší celky než jednotlivé populace. Proto jsou předmětem zkoumání populace populací, nazývajících se metapopulace. Jednotlivé parametry fungují na úrovni celých populací, ne jenom jedinců. Základní jednotkou jsou kolonie osídľující biotopové plošky, takzvané habitat patches. Ty poskytují lokálním populacím přijatelné a potřebné podmínky k přežití (Beneš et al. 2002). Vlivem lidské činnosti došlo k přetváření krajiny a spousta přírodních stanovišť se zmenšila a rozdělila na menší celky, které mohou představovat jednotlivé patche. Pohyb jedinců mezi těmito celky se nazývá disperze a je velmi důležitý pro zachování genetické rozmanitosti druhu a zároveň ke kolonizaci nových území. Každá lokální populace však může vyhynout, a proto se udržení metapopulace stává jedním z hlavních témat v ochraně přírody.

3.2.1 Metapopulační modely

Metapopulační modely jsou teoretické koncepty, které sledují dynamiku a interakce mezi jednotlivými populacemi. Beneš et al. (2002) některé z nich uvádí.

Nejstarší a nejjednodušší je Levinsův model (Levins 1968), který ovšem předpokládá, že všechny biotopové plošky jsou mezi sebou podobně vzdálené, stejně veliké a pravděpodobnost osídlení či vymření je tedy u všech plošek stejná, což je v přírodě zcela nereálné. Z tohoto modelu však vyplývá, že pokud dojde ke snížení počtu plošek v krajině, a tím zmenšení migrace, tak se rychlost vymírání nezmění, ale sníží se tím kolonizace nových plošek. Druh tedy může vyhynout, pokud se obývané biotopové plošky vzdálí, nebo se zmenší. Toto platí i při opačném jevu – pokud se obývané plošky zvětší, tak se tím zvětší i počet migrantů a kolonizace nově osídlených míst a zabrání se tím vymírání. Tento efekt může druh zachránit před vyhynutím a jeho objevitelé ho nazvali jako tzv. rescue effect.

Další model označován slovy mainland – island neboli česky kontinent – ostrovy pochází od autorů Harrison et al. (1988) a popisuje situaci, kdy je jedna osídlená plocha značně větší a pro přežití populace dostačující, zbytek plošek je na ní závislý. V tomto případě mohou populace při nepříznivých podmínkách na menších ploškách vymírat, ale neovlivní to přežívající populaci na ploše hlavní. Pokud se podmínky na menších ploškách, tedy ostrovů zlepší, tak dojde k obnově a osídlení. Osídlování menších ostrovů však závisí na vzdálenosti a pravděpodobnost osídlení klesá se zvyšující se vzdáleností od hlavní plochy. Tento model je využíván druhy, které mají ztížené podmínky prostředí, kupříkladu motýli ve vyšších nadmořských výškách, kteří zakládají dočasné kolonie v nížinách.

Podobný model k předchozímu uváděnému modelu je model zdroje – propady (source-sink). Rozhodujícím faktorem není velikost plošek, ale jejich kvalita. Kvalitní plošky, obsahující dobré podmínky představují zdrojovou plochu, naopak ty méně kvalitní jsou propadové. Na propadových ploškách mají lokální populace větší pravděpodobnost vymření, a to kvůli proměnlivosti nejrůznějších faktorů, avšak dočasně mohou představovat jedinou zdrojovou plochu. Cílem ochrany je tedy rozdělit plošky na zdrojové a propadové a přednostně ochraňovat zdrojové.

Model nerovnovážných metapopulací, neboli non-equilibrium metapopulations se v krajině vyvinul z důvodu fragmentace a destrukce původních biotopů, kdy se obývané plošky od sebe vzdálily natolik, že jedinci nejsou schopni disperze mezi těmito stanovišti. V tomto případě rescue efekt nefunguje a migrující jedinci nedokáží zabránit vymírání v izolovaných

populacích. Je vysoce pravděpodobné, že takovéto populace dříve nebo později zaniknou. Ochrana probíhá vhodným managementem a pečováním o zbylá stanoviště a zároveň vytvářením nových biotopů s vhodnými podmínkami pro daný druh.

Mozaikovitě populace tzv. patchy populations, jsou opakem předchozího modelu. Druhy obývají všechny plošky vhodného biotopu a jedinci se mezi nimi dokáží pohybovat bez omezení. Vymírání je záhy vyrovnáno kolonizací. Pokud je tedy v přírodě dostatečný počet stanovišť, tak těmto populacím nehrozí vymření (Beneš et al. 2002).

Pro práci s metapopulačními modely jsou důležité informace získané i za jednu letovou sezónu. Jsou to údaje o disperzi jedinců získané zpětnými odchvy a zároveň je důležitá znalost rozlohy obývaných plošek, vzdálenost mezi nimi a obsazenost jednotlivých plošek v čase.

3.3 Modráskovití motýli – *Lycaenidae*

Modráskovití (*Lycaenidae*) jsou rozsáhlá skupina denních motýlů a zahrnují až 40 % všech druhů denních motýlů. K modráskům patří malí až středně velcí motýli. Jedná se většinou o pohlavně dichromatické druhy, samce a samice lze vizuálně rozlišit. Mají vysoce specifické požadavky na prostředí a řadu dalších faktorů a malé nebo nepatrné změny mohou místní populace ovlivnit. Studie dokazují, že jsou modráskovití motýli velmi hodnotní biondikátoři a hrají významnou roli v ochraně přírody (New 1993).

New (1993) píše, že zhruba 90% čeledi modráskovitých motýlů zaujímají skupiny *Theclinae*, *Riodinidae* a *Polyommatae* (New 1993). Další podčeledi jsou menší a Beneš et al. (2002) udává, že modráskovití obsahují celkem asi 6000 druhů. Nejrozmanitější skupiny modráskovitých motýlů se nacházejí v tropických oblastech v oblasti deštných pralesů v jihovýchodní Asii a v Africe. Některé druhy mají velmi rozsáhlou oblast rozšíření, například jeden z nejrozšířenějších motýlů na světě modrásek krušinový – *Celastrina argiolus* (Linnaeus, 1758), vyskytuje se holarktický od Severní Ameriky, přes celou Evropu, až k Japonsku. U některých druhů bylo dokonce popsáno, že zvládnou překonávat oceánské bariéry. Oproti tomu, někteří modráskovití motýli nedokáží překonat ani malé vzdálenosti a žijí v přesně definovaných biotopech (New 1993).

Housenky motýlů mají obecně slabě sklerotizovanou kutikulu a v jejich těle jsou nahromaděny zdroje pro pozdější fáze života. Jsou tedy vysoce atraktivní pro predátory, především mravence (Daniels et al. 2005). U modráskovitých motýlů je to však výjimkou. Většina z nich má totiž velice specifické vazby na mravence. Tyto vztahy jsou poměrně různorodé a mohou být jak příležitostné, tak i nezbytně nutné pro vývoj jedince. U některých modráskovitých se však interakce s mravenci nevyskytuje, avšak dle Pierce et al. (2002) mají larvy těchto motýlů nejrůznější adaptace, které je chrání před agresí ze strany mravenců. Může to být buď obrana chemického rázu ze žláz housenek, nebo ochlupení či tloušťka kutikuly (Pierce et al. 2002).

Na území České republiky se vyskytuje zhruba 50 druhů modráskovitých motýlů a mezi nimi jsou čtyři druhy z rodu *Phengaris*, což je jeden z nejprostudovanějších rodů v Evropě a Asii. Většina myrmekofilních modrásků od mravenců získává ochranu, ale u modrásků tohoto rodu se vyvinul velmi složitý hnízdní parazitismus (Fric et al. 2007).

Jedná se o tyto taxony: Modrásek hořcový, který má dvě ekologické formy. První formou je kriticky ohrožený modrásek hořcový – *Phengaris alcon* (Denis et Schiffemüller, 1775) jehož

larvy se vyvíjejí na hořci hořepníku (*Gentiana pneumonanthe*) a druhou formou je taktéž ohrožený, modrásek hořcový Rebelův – *Phengaris alcon* f. *rebelli* (Hirschke, 1904), který se vyvíjí na hořci křížatém (*Gentiana cruciata*). Dalším z rodu *Phengaris* vyskytujícím se na našem území je modrásek černoskvřnný – *Phengaris arion* (Linnaeus, 1758), jehož živnou rostlinou je mateřídouška časná (*Thymus praecox*). Poslední dva modrásci, oba dva obývající podobné habitaty a to především z důvodu výskytu jediné živné rostliny – krvavce totenu (*Sanguisorba officinalis*), jsou: modrásek očkovaný – *Phengaris teleius* (Bergsträsser, 1779) označen v IUCN Červeném seznamu ohrožených druhů jako zranitelný (VU) a modrásek bahenní – *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779), který je studovaným druhem v této práci (Hejda et al. 2017).



Obrázek č. 1: Samec druhu *Phengaris teleius*, vlastní fotografie

3.3.1 Myrmekofilie

Termínem myrmekofilie označujeme soužití mravenců a jiných organismů. Až u 75 % druhů modráskovitých motýlů sledujeme vazbu nebo interakce s mravenci. Tyto vztahy sahají od mutualismu až po parazitismus a mohou být jak fakultativní, tak obligátní. Myrmekofilii a vztahy s modráskovitými motýly se ve své studii zabývali Pierce et al. (2002).

Modrásci, kteří jsou obligátní myrmekofágové, nezbytně potřebují mravence v určité části svého životního cyklu a jsou na nich přímo závislí. Tyto interakce jsou vysoce specifické a zahrnují většinou pouze jeden rod nebo dokonce druh mravenců. Fakultativní vztahy jsou většinou mutualistické a ze vztahu mají výhody obě strany. Často bývají také nespécifické a pro larvy motýlů nejsou tyto interakce nezbytné a zahrnují mravence z mnoha rodů i podčeledí. Nicméně několik druhů modráskovitých motýlů je i fakultativně dravých a příležitostně se mravenci živí. Stejně jako celá skupina denních motýlů, tak i modráskovití motýli se živí především rostlinnou potravou. Někteří ale využívají i jiné zdroje potravy, pocházející z hmyzích zdrojů. Mohou to být mravenčí vajíčka, výměšky mravenců nebo medovice, ale také mohou být některé druhy kanibalistické a požírat jiné larvy modráskovitých, často i vlastního druhu (Pierce et al. 2002).

Larvy mají v pokožce vyvinuté specializované žlázy vylučující různé druhy feromonů, které slouží pro vzájemnou komunikaci s mravenci. U mravenčích dělnic působí přitažlivě a vyvolávají u nich adoptivní chování. Jiným typem žláz, které lze u myrmekofilních motýlů pozorovat, jsou žlázy vylučující cukernatý roztok. Ten je určen přímo pro mravence a stimulaci tykadly, či přímo kousáním pokožky se mravenci tohoto sekretu dožadují (Macek et al. 2015).

Při průniku housenky do hostitelského hnízda mravenců se integrace usnadňuje jak složitějšími chemickými mimikry, tak akustickými signály podobnými královně mravenčí kolonie. V koloniích jiných než hostitelských druhů mravenců, jsou housenky rozpoznány a likvidovány (Di Salvo et al. 2019).

3.4 Modrásek bahenní – *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779)

Tento motýl, dříve známý jako *Maculinea nausithous*, náleží do čeledi modráskovití – *Lycaenidae* a dnes je řazen do rodu *Phengaris*. Jde o univoltinní druh, který lze ve stádiu imaga pozorovat na vhodných stanovištích od poloviny července do poloviny srpna. Imaga jsou krátkověká a protandrická, což znamená, že samci jsou pohlavně dospělí a schopni se rozmnožovat dříve, než samice (Beneš et al. 2002), což se u motýlů projevuje dřívějším líhnutím. Jedinice modrásků bahenních nejčastěji najdeme sít nektar na kvetoucích hlávkách krvavce totenu (New 1993).

Dospělec má tmavomodrou barvu. Rozpětí jeho křídel dosahuje 28-34 mm. Křídla jsou zespodu tmavě hnědá, s jednou řadou drobných oček zhruba v jedné třetině od okraje křídel. Kolem oček je světlé lemování. Líc křídel je u samců kovově modrý, s hnědými až černými širokými lemy po okrajích a řadou tmavých skvrn. Samice mají líc křídel hnědý s jemnými modrými odrazy ve středu křídel (Macek et al. 2015). Černý lem, výrazněji zřetelný u samců, a modrá barva patří mezi hlavní určovací znak mezi pohlavími.

Druh obývá vlhké louky s výskytem krvavce totenu. Motýli rodu *Phengaris* jsou ohroženi ztrátou původních lokalit jejich výskytu a jsou označováni za tzv. deštníkové druhy (umbrella species). Pokud chráníme tyto druhy a staráme se o lokality s jejich výskytem, tak zároveň vytváříme vhodné podmínky pro méně atraktivní druhy, které hrají významnou roli pro zachování biologické rozmanitosti. Thomas (1984) označil modráska bahenního a modráska očkovaného za jedny z nejvzácnějších motýlů a studie a výzkumy by podle něj měly být prioritou v programech na ochranu motýlů (Thomas 1984). Nyní jsou tyto modrásci velice dobře známí a prozkoumaní, kvůli svým vztahům s mravenci, bez kterých by nedokázali přežít. Nazýváme je tedy obligátními myrmekofily (Fiedler 1990).

Beneš et al. (2002) píšou, že modrásek bahenní žije v uzavřených mikrokoloniích, ale imaga mohou mezi těmito koloniemi přelétávat i na delší vzdálenosti a propojovat je tak do metapopulací. Tato metapopulační dynamika je pak schopna ochránit populace při přírodních katastrofách jako povodně nebo požáry (Nowicki et al. 2015).

Přestože v současnosti není modrásek bahenní ohrožen na významnější úrovni, tak probíhá vymírání na úrovni lokálních populací a je proto v zemích Evropské unie legislativně chráněn (New 1993). Jeho ochrana je povinností při ochraně kulturního dědictví celého kontinentu (Beneš et al. 2002). Dle Van Swaay et al. (2010) patří *Phengaris nausithous* do skupiny NT (Near Threatened) tedy je blízko ohrožení (van Swaay et al. 2010). Některé populace v České republice jsou označovány za jedny z nejsilnějších v Evropě.

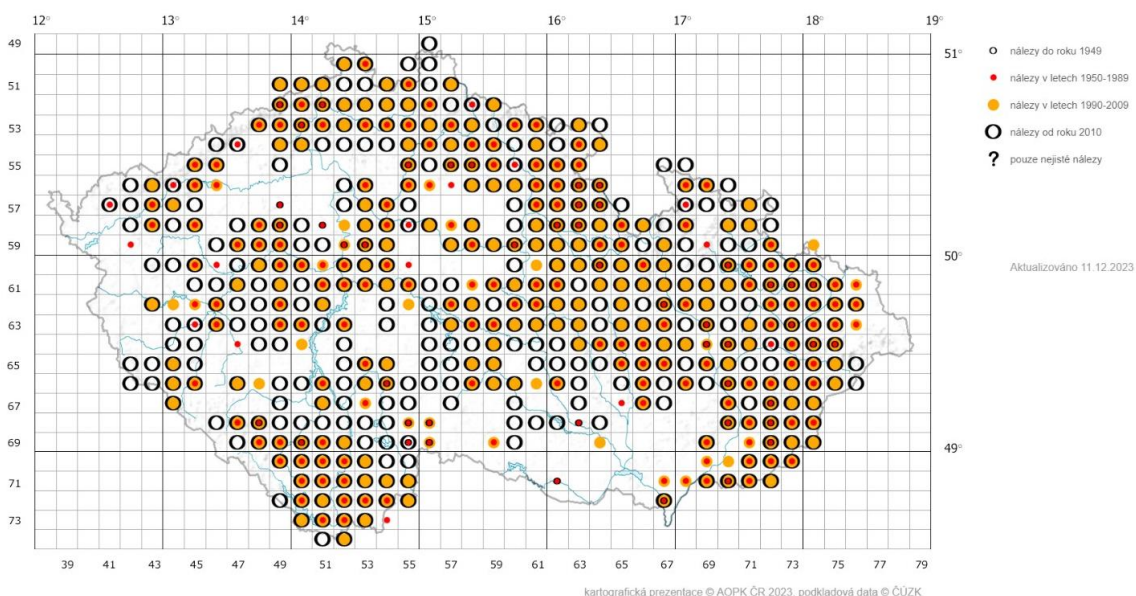
3.4.1 Rozšíření

Beneš et al. (2002) popisují druh *Phengaris nausithous* jako západopalearktický, četné populace jsou sledovány na území České republiky, v jižním Polsku a Německu (Beneš et al. 2002). Vyskytuje se i na západě Evropy a od severu Pyrenejského poloostrova, dále přes severovýchodní Francii, Švýcarsko, celou střední Evropu a přes sever Balkánského poloostrova, severovýchod Turecka, Kavkaz až po střední Sibiř a Altaj. V oblasti Panonské pánve je vzácný, nejspíše kvůli plošnému výskytu mitochondriální bakterie rodu *Wolbachia* (Macek et al. 2015).

Na území Nizozemí dříve vymřel, ale zpětně byl úspěšně reintrodukovan. Vyhynutí bylo zřejmě dáno intenzivním obhospodařováním, až se původní habitaty zcela přeměnily na nevhodné pro rod *Phengaris*. Dobrá prostudovanost daného druhu a jeho nároků na životní prostředí byla hlavním předpokladem pro návrat modrásků do krajiny (Wynhoff 1998).

V České republice je modrásek bahenní rozšířen téměř po celém území, často společně na stejných lokalitách jako blízkce příbuzný *Phengaris teleius*. Populace přežívají především v oblastech nížinných, ale nacházejí se i v podhorských oblastech (Macek et al. 2015). Hlavním místem výskytu je severní Morava, bílé Karpaty, Českomoravská vrchovina a jižní a východní Čechy (Beneš et al. 2002).

Oba modrásci se vyskytují na komplexu vlhkých luk, lze je pozorovat na menších stanovištích poblíž živné rostliny, většinou v údolích poblíž vod. Vzdálenosti mezi sousedními plochami nepřekračují 300 m (Nowicki et al. 2005a). Jak už bylo zmíněno, modrásek bahenní je monofágním druhem a životně nezbytný je pro něj výskyt rostliny krvavce totenu – *Sanguisorba officinalis* (Linnaeus, 1753), který je jeho živnou rostlinou.



Obrázek č. 2: Výskyt *Phengaris nausithous* v České republice, © AOPK ČR 2024,

Zdroj: https://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=97895

3.4.2 Nároky na stanoviště

V současné době se stanoviště modrásků vyskytují v krajině velmi fragmentovaně. Stavby silnic a lidských obydlí, či přetváření luk v pole ničí vhodné stanoviště pro modrásky bahenní i očkované (Van Swaay et al. 2006). Oba tyto modrásci mají velmi složitý a komplexní životní cyklus. K dokončení svého vývoje potřebují v blízkosti živných rostlin i kolonie mravenců rodu *Myrmica*, v jejichž podzemních hnízdech parazitují a mravenci se starají o jejich larvy (Fiedler 1990). Populace modrásků typicky fungují jako metapopulační systémy a vyskytují se mozaikovitě v krajině. K udržení stabilní populace je potřeba zachovat celý biotop. Dle Thomas (1984) se velikosti populací pohybují v řádu od pár desítek jedinců až po několik stovek (Thomas 1984).

Obecně lze říci, že modrásci rodu *Phengaris* jsou charakterizováni nízkou pohyblivostí a drží se stanovišť, kde mají potřebné podmínky (Nowicki et al. 2005a). Dierks et Fischer (2009) tvrdí, že preferovaná stanoviště obou modrásků jsou pastviny, které jsou jednou až dvakrát do roka spásány nebo koseny.

Pro úspěšný vývin a dokončení životního cyklu je nezbytné, aby se na lokalitách nacházely dva klíčové zdroje. Prvním zdrojem je výskyt mravenců rodu *Myrmica*, kteří jsou stále velmi široce rozšířeni. Zdroj druhý je živná rostlina krvavec toten - *Sanguisorba officinalis*, který je velmi hojný, ale vyskytuje se spíše ostrůvkovitě a ve shlucích (Bonelli et al. 2013). Stanoviště modráska bahenního a současně se vyskytujícího modráska očkovaného tedy odpovídají nárokům na stanoviště živné rostliny krvavce totenu. Bonelli et al (2013) píšou, že rozšíření krvavce totenu určuje prostorovou strukturu místních populací, které v důsledku vytvářejí metapopulační systémy (Bonelli et al. 2013). Tato skutečnost vede pravděpodobně k nízkému obrátu populace, což zvyšuje důležitost místních populací a jejich dynamiky (Nowicki et al. 2005a).

Modrásek bahenní dominantně obývá hygrofilní areály v nižších polohách. Stanoviště jeho výskytu jsou okraje mokřadů a vlhké louky s udrženým vodním režimem (Beneš et al. 2002), ale nevadí mu i sušší oblasti, pokud jsou tam jeho hostitelé a živná rostlina. Louky s výskytem modráska bahenního se nacházejí převážně kolem řek a potoků ve středních a dolních částech toku nebo v okolí vodních ploch. Lze ho ovšem pozorovat i při okrajích cest a železničních drah, nejčastěji na loukách se zarůstajícími křovinami a rostlinami, které vyžadují nadbytek dusíku v půdě (Beneš et al. 2002).

3.4.3 Živná rostlina – *Sanguisorba officinalis*

Striktně monofágní modrásek bahenní se živí jedinou rostlinou a tou je krvavec toten - *Sanguisorba officinalis* (Linnaeus, 1753), která jako jediná umožňuje vývoj jeho housenek (Beneš et al. 2002).

V České republice se ve volné přírodě vyskytují dva druhy rodu krvavec: krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*) a krvavec menší (*Sanguisorba minor Scopoli*) (Skalický 1995). Krvavec toten patří mezi krytosemenné rostliny z čeledi růžovité (*Rosaceae*) a roste téměř v celé Evropě v nížinách až podhůřích. Vyskytuje se v mokřadních a pobřežních bylinných vegetacích, blízko pramenišť a rašelinišť na vlhčích loukách nebo pastvinách (Kaplan 2019).

Je to víceletá, štíhlá rostlina, dorůstající výšky 30–90 cm. Krvavec je letní bylinou a kvete od června do září (Kaplan 2019). Skalický (1995) uvádí, že krvavec má velmi dlouhý a horizontálně rostoucí oddenek, což rostlině umožňuje se lépe uchytit v půdě a zajistit rostlině vytrvalost (Skalický 1995). Lodyha je přímá, velmi tenká, má zelenou barvu a v průřezu je oblá. V horní části se větví a na vrcholu nese vždy klas květů. Listy jsou lichozpeřené 2-5 cm dlouhé a jednotlivé lístky podlouhlé a oválné, na vrcholu tupé a na každé straně okraje listu najdeme minimálně 13 zoubků (Münker 1998). Barva listů je tmavě zelená a síťovitá žilnatina je velmi dobře vidět. Květy jsou tmavě karmínové až červenofialové a jsou v podobě hustého kulovitěho až vejčitého klasu, nazývajícím se strboul. Ten má oboupohlavní květy a v pozdějších fázích se prodlužuje. Květenství je v podobě tzv. češule což je miskovité uspořádání vzniklé srůstem kalichu, koruny a tyčinek (Skalický 1995).

Krvavec toten obsahuje protizánětlivé látky, má využití v tradiční Čínské medicíně a dříve byl používán v i lidovém léčitelství k zástavě krvácení, podpoření krvetvorby a u křečových žil (Münker 1998). Skalický (1995) také píše, že ho lidé dříve také používali jako běžnou surovinu do salátů, či jako koření nebo do nejrůznějších bylinných vín a likérů.

3.4.4 Životní cyklus modráška

Proměna dokonalá je u hmyzu charakterizována několika po sobě jdoucími stádii. U motýlů jsou to stádia vajíčka, larvy, kukly a dospělce. Dospělý motýl neboli imago je konečné stadium a jeho úloha spočívá v úspěšném rozmnožení.

Modrásci během svého života projdou komplexním biologickým cyklem a úspěšnost přežití závisí nejen na hostitelských mravencích, ale zároveň na výskytu živné rostliny (Di Salvo et al. 2019).

Phengaris nausithous je univoltinním druhem rozmnožujícím se pouze jednou do roka a to v letním období (New 1993). Samice kladou vajíčka přímo do živné rostliny, krvavce totenu – *Sanguisorba officinalis*. Na jednom květním klasu samice naklade několik vajíček. I když housenky nejsou kanibalistické, tak se obvykle v jednom květním klasu krvavce dokáže vyvinout pouze 3-6 housenek (Fiedler 1990).

Vajíčka modráskovitých mají kulovitý tvar a na pólech jsou zploštěné. V místě kontaktu s rostlinou je rovná ploška (Capinera 2008). Na povrchu mají tvrdou skořápku vytvářející nejrůznější struktury. Morfologie vajíček je studována především kvůli taxonomickému zařazení jednotlivých druhů, a také je důležitá při výzkumu evoluce.

Po vylíhnutí z oplozeného vajíčka následuje housenka několik instarů, mezi kterými se svléká. Toto stadium je charakterizováno růstem a příjmem potravy (Reichholf-Riehm 2003). Housenka přijímá herbivorní potravu a jediné její hostitelská rostlina jí dokáže poskytnout správnou výživu, potřebnou k dokončení růstu a vývoje (Capinera 2008). Housenka vyžírá vnitřek krvavcového klasu, a jejich vývoj je poměrně rychlý. Trvá zhruba 2-3 týdny od července do srpna (Wynhoff 1998). Po třetím, finálním svlékání, na začátku čtvrtého larválního instaru, vypadává z krvavce na zem a čeká v transportní pozici ve tvaru činky na mravenčí dělnice, aby ji odnesly do svých podzemních hnízd (Beneš et al. 2002).

Adopční proces housenek je u modráška bahenního velmi rychlý, mravenci *Myrmica* najdou housenku do pár minut. Larva sama nevyvíjí iniciativu ve hledání mravenců, ale nečinně

vyčkává (Thomas 1984). Housenky zřejmě využívají strategie, kdy napodobují pach a chování larev mravenců (Pierce et al. 2002). Po střetnutí s mravenčí dělnicí se nechá housenka odnést do jejich kolonie.

Průnik do podzemního hnízda hraje klíčovou roli v jejich přežití a dokončení cyklu (Thomas 1984). Larvy zde přežívají přes zimu a hibernují. Housenek může být v jednom mravenčím hnízdě několik, záleží na velikosti a uspořádání hnízda (Wynhoff 1998). Zatímco mladší stádia housenek jsou býložravá, pozdější stádia žijí v mravenčích koloniích jako sociální parazité. Larvy v mraveništi aktivně loví mravenčí larvy, nebo se nechávají mravenci krmit (Fiedler 1990). Larvální perioda je od srpna do května a trvá od 10 do 22 měsíců, než se larva zakuklí (Beneš et al. 2002).

Housenky se kuklí buď na začátku léta po přezimování, nebo až následující léto, což závisí na tělesné hmotnosti (Witek et al. 2006). V mraveništi mají housenky značné výhody, mravenci jim vytvářejí prostředí, které je příznivé pro jejich vývoj, což je patrně dáno jejich péčí. Tato interakce zahrnuje nejen zdroje potravy, ale i poskytování aktivní ochrany před predátory (Witek et al. 2006). Pro úspěšný vývoj je klíčová velikost mravenčí populace (Macek et al. 2015).

Kukla je stádium klidové a v kukle dochází k transformaci vnitřních struktur, kdy se housenka přeměňuje na motýla (Reichholf-Riehm 2003). Tato fáze zahrnuje rozvoj křídel, reprodukčních orgánů a dalších struktur potřebných k úspěšnému rozmnožení.

Imago neboli dospělec je konečné stádium ve vývoji motýla. Hlavním úkolem motýlů v této fázi je pohlavní rozmnožování. Modrásek bahenní je druhem pářícím se pouze jednou za rok, a to v letovém období dospělců od poloviny července do poloviny srpna (Beneš et al. 2002). Mezi samicí a samcem lze sledovat pohlavní dimorfismus.

3.4.5 Rozmnožování

Jelikož je izolovaný jedinec z hlediska přírodních procesů zcela bezvýznamný, je rozmnožování smyslem každého živého organismu (Beneš et al. 2002).

Strategie obou pohlaví jsou při párovacím chování odlišné. Nejdůležitější úkol samic je spářit se se samcem a naklást vajíčka. Samci mohou investovat daleko více času a energie do hledání samic. Pokud samec vyhledává samici aktivním způsobem, hovoříme o patrolovacím letu, kdy samec prolétáváním vegetace prohledává terén. Druhou možností je vyčkávací strategie, kdy se samec usadí na vyvýšené místo a vyčkává (Beneš et al. 2002).

Modrásci kopulují spojením zadečkové části k sobě a samec přenáší váček se spermii (spermatofor) do samice (Capinera 2008). Hlavním úkolem samice je poté zvolit vhodné místo pro ovipozici. Vajíčka klade na živné rostliny.

Modrásek bahenní se často vyskytuje společně s modráskem očkovaným (*Phengaris teleius*) a tak je u těchto druhů vysoká pravděpodobnost mezidruhové konkurence. Samice modrásků očkovaných kladou vajíčka o několik dnů dříve na stejné živné rostliny (Macek et al. 2015). Avšak ze studií Figurny et Woyciechowski (1998) vyplývá, že samice modrásků bahenních si pro kladení vajíček vybírají starší a podlouhlejší květní hlávky, než samice modrásků očkovaných (Figurny et Woyciechowski 1998), čímž je vzájemná kompetice do jisté míry eliminována.



Obrázek č.3: Kopulující jedinci *Phengaris nausithous* (na snímku označený jedinec), vlastní fotografie

3.4.6 Hostitelští mravenci rodu *Myrmica*

Mravenci jsou skupina sociálního hmyzu, žijící ve velkých koloniích. Členové kolonie mají mezi sebou určenou hierarchii a jednotlivé skupiny v kolonii jsou specializovány na specifické úkoly (Capinera 2008). Živí se drobným hmyzem, ale i rostlinnou potravou, odumřelými částmi rostlin i živočichů či sladkou medovicí od mšic.

Phengaris nausithous je obligátní parazit na mravencích rodu *Myrmica*, konkrétně mravence žahavého – *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758) a příležitostně mravence drsného – *Myrmica scabrinodis* (Nylander, 1846). Přežití lokálních populací, zejména housenek ve finálním instaru jsou přímo závislé na péči těchto druhů mravenců (Di Salvo et al. 2019).

Kolonie mravenců rodu *Myrmica* mají přibližnou velikost 300-1200 dělnic a živí se drobným hmyzem, ale i rostlinnou potravou, odumřelými částmi rostlin i živočichů či sladkou medovicí od mšic. Jejich soužití s motýli se podrobně věnuje Thomas et Elmes (1991).

Mravenec žahavý je velmi agresivním a běžně se vyskytujícím druhem v palearktické oblasti (Grodén et al. 2005). Má tělo i nohy rezavě zbarvené, řídce ochlupené krátkými chloupky a v zadní části hrudi jsou dva nápadné trny. U samic a dělnic se vyskytuje žihadlo (Macek et al. 2015). Obývají vlhké louky, pastviny, stráně, okraje lesů, paseky i zahrady. Vyskytují se hojně na celém území České republiky. Délka těla je 4-6 mm, samci jsou větší než samice. Kolonie si staví hnízda pod trsy trav na loukách, pod kameny či dřevem nebo budují malé kupky z rostlinného materiálu, takzvané solária, které způsobují vyšší teplotu uvnitř hnízda (Elmes et Thomas 1992).

3.4.7 Ochrana *Phengaris nausithous* a legislativa

U motýlů lze obecně sledovat dlouhodobý úbytek na úrovni regionálního vymírání mnoha druhů (Dierks et Fischer 2009). Spoustu míst s původním výskytem modráška bahenního a zároveň sympatricky se vyskytujícího modráška očkovaného bylo zničeno za

účelem odvodňování mokřadů a intenzifikace hospodaření (New 1993). Hrozbou je nejen hnojení, ale také rozorávání a přeměny luk v pole, které ničí hnízda mravence *Myrmica rubra* a živné rostliny. Zamokřená stanoviště poblíž řek, která modrásci obývají, jsou často obtížné obhospodařovatelné plochy a některé z nich zemědělci postupně přestávali využívat. Následek nečinnosti se projevil tak, že se tato místa buď uměle, nebo přirozeně zalesnila rychle rostoucími dřevinami a výsledkem je ztráta těchto cenných stanovišť (Elmes et Thomas 1992). Mezi další příčinu úbytku modrásků patří i rozdílná skladba vegetace od původních vegetačních typů, která nemusí být způsobena jen externími vlivy, ale může nastat i nevhodným managementem (Thomas 1995).

Některé Evropské země schválily zákony na ochranu motýlů a postupně zpracovávaly tuto problematiku. Tato legislativní opatření však nebyla příliš účinná, jelikož se zaobírala ochranou samotných jedinců druhů a věnovala málo pozornosti obývaným stanovištím těchto druhů (New 1993). Protože mají oba druhy modrásků vysoce specifické a komplexní požadavky na životní cyklus, tak jakékoliv narušení obývaných stanovišť může vést až k lokálnímu vyhynutí (Vrabec et al. 2014). Je tedy potřeba mít velmi dobré znalosti nároků a požadavků daného druhu, aby mohla být zajištěna co nejkvalitnější ochrana (Thomas 1984). V současné době probíhá záchrana biotopů, na kterých se modrásci rodu *Phengaris* vyskytují (New 1993). Nalezené populace modráska očkovaného i bahenního jsou dokumentovány a monitorovány a vhodným managementem jsou obnovovány původní elementy fauny, které jsou pro motýli nezbytné (Wynhoff 1998).

Modrásek bahenní je uveden v IUCN Červeném seznamu vymírajících druhů (IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) dle posouzení z roku 1996, se zkratkou NT (near threatened), tedy téměř ohrožený. V současném stavu jsou jeho populace dostačující, ale z dostupných dat je známo, že v přírodě ubývá. Přestože není přímo vymírajícím druhem, tak je v rámci soustavy Natura 2000 zařazen mezi chráněné druhy. Soustava Natura 2000 má dva právní předpisy EU. První je směrnice 2009/147/ES o ochraně volně žijících ptáků a druhá směrnice 92/43/EHS o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, kde se uvádí *Phengaris nausithous* v příloze II a IV.

3.4.8 Management lokalit s výskytem *Phengaris nausithous*

Identifikace faktorů ovlivňujících výskyt a hojnost druhů je základ pro studium ekologie populací. Modrásek bahenní i modrásek očkovaný mají zdánlivě podobné nároky na mokřadní stanoviště (Dierks et Fischer 2009). Proto je hlavní podmínkou, pro zachování stabilních a prosperujících populací modrásků, udržení původního vodního režimu na obývaných stanovištích. Výstavbě hrází a kanálů vedených loukami je potřeba na těchto lokalitách zamezit, jinak dochází k odvodňování luk. Na silně mokřých loukách je možné provést jen povrchové odvodnění, maximálně do hloubky 30 cm (Beneš et al. 2002).

Úpravy lokalit včetně sekání luk s výskytem modráska bahenního i modráska očkovaného, jsou nutné z důvodu nežádoucího zarůstání nepůvodními druhy bylin i dřevin.

Seč by však měla probíhat ještě před letovým obdobím modrásků, aby byl na lokalitě zachován dostatek potravních zdrojů a vhodných míst pro ovipozici. Je nutno ji vykonat nejpozději do 20. června, případně až po skončení letového období a vypadání housenek z květů k adopci mravenci, což nastává zhruba po půlce září. Vhodné sekání travin je fázové jednosečné

mozaikovitě kosení. Znamená to, že celá plocha není posekána najednou, ale po malých částech podobně jako bylo vykonáváno v minulosti. Ideální je ponechat 1/5 až 1/3 plochy nedotčenou (Háková 2004). Pokud nelze zajistit mozaikovitou seč, je nutno zanechat alespoň pár nekosených pásů či částí ploch. Neposečené plochy se pak střídavě sečou další rok. Kosení by mělo probíhat ideálně ručně (Beneš et al. 2002), ale na velkých plochách lze používat i lištovou sekačku se zvýšenou lištou.

3.4.9 Ochrana modrásků rodu *Phengaris* v okolí Přelouče

Oblast, která byla v této práci studována se nachází v České republice v okolí města Přelouč v Pardubickém kraji. Zde přežívají na několika desítkách stanovišť podél Labe populace modráska bahenního i modráska očkovaného. Tato stanoviště jsou v přímém ohrožení zánikem v souvislosti s projektem splavnění řeky Labe (Vrabec et al. 2017). Z poznatků uvedených v této práci vyplývá, že oba modrásci jsou vysoce citliví i k nepatrným změnám v jejich prostředí.

Výstavba vodního kanálu Dunaj – Odra – Labe má velmi dlouhou historii. Už v roce 1700 byly zveřejněny první projekty pro spojení řek Dunaje a Odry a zároveň regulace toku řeky Moravy s případnými povodněmi (Bartoš 2003). Nicméně v následujících desetiletích byly pouze projednávány způsoby a vedeny diskuse, jak zachovávat a udržovat jezy a jak hospodařit s vodou v přehradách. Za socialistické éry však byla výstavba kanálu významně podporována a po roce 1989 byl projekt představen jako neekologičtější a neekonomičtější variantou pro přepravování zboží přes naše území (Machar 2009). Stavba kanálu byla zahrnuta po dlouhou dobu v územních plánech, nicméně v únoru roku 2023 ukončila vláda celý projekt zrušením územních rezerv.

Splavnění řeky Labe z Chvaletic do Pardubic zůstává v plánu a klíčová trasa, zhruba dvoukilometrový úsek, prochází nyní evropsky významnou lokalitou soustavy Natura 2000 Louky u Přelouče, která byla pro modrásky poměrně pozdě vyhlášena. Navrhované technické řešení se týká právě lokalit s výskytem modrásků, a proto jsou zde populace modrásků dlouhodobě monitorovány, už od roku 2002 (Vrabec et al. 2014). Původně byl sledován pouze severní břeh Labe, ale od roku 2004 se monitoring rozšířil i na ostatní lokality v širším okolí, kde byly sledovány dílčí nálezy. Na některých územích se pak zavedla i vhodná managementová opatření. V roce 2010 se potvrdil výskyt motýlů i na opačném břehu Labe (Vrabec et al. 2017). Momentálně se monitorují populace na třech rozsáhlejších lokalitách s více koloniemi. Jsou jimi významné Slavíkovy ostrovy, západně od nich se nachází lokalita označovaná jako Labišťata a poslední lokalitou jsou Lohenice, které byly zkoumány v této práci.

4 Metodika výzkumu

Tato studie sledovala populaci *Phengaris nausithous* ve třech sezónách. Pro získání dat bylo použito metody zpětného odchyty jedinců neboli MRR (Mark – Release – Recapture), kteroužto metodu popisují Beneš et al. (2002). Sledování populace mohlo probíhat na základě výjimky ze zákona udělené pro výzkum modrásků č. j. 365544/2019/OŽPZ/Si udělenou odborem životního prostředí a zemědělství Krajského úřadu Pardubického kraje platnou do 31. prosince 2029, která je vydána na jméno zpracovatele – vedoucího této bakalářské práce.

Na sběru dat v terénu se autorka této práce v rámci týmu podílela osobně.

4.1 Studované plochy

Studie zkoumá populace na několika lokalitách okolo vesnice Lohenice nacházející se zhruba 2,5 km na východ od města Přelouč ve východních Čechách.

Tato oblast nazývaná Lohenické labiště, se rozprostírá v Polabí. Území se skládá z fragmentovaných systémů luk a slepých ramen Labe, které vytvářejí odříznuté meandry.

Podél vodních ploch se nachází původní dřeviny jako olše a topoly, či lípa srdčitá. Půda je vysychající a lehká písčité (Vašátko et Horsák 2000).

V roce 2021 a 2022 probíhal monitoring na 16 ti plochách, kdy plocha 15 byla rozdělena na 15a a 15b. V roce 2023 se však tyto dvě plochy přejmenovaly na 16 a 17 a celkem je na lokalitě Lohenice 17 sledovaných stanovišť, která jsou níže charakterizována. Ke všem je uvedena GPS souřadnice, jejich rozloha a stručná charakteristika.

LOH1

Lokalizace GPS: 50°02'34.521"N, 15°34'38.257"E,

Rozloha: 351 m²

Vlastnické právo: ČR, ŘVC a Povodí Labe

Stručný popis lokality: Malá plocha podél silnice směrem z Přelouče do Lohenic. Byla zde sledována vyšší hustota živné rostliny – krvavce totenu. S největší pravděpodobností zde dochází k rozmnožování modrásků *Phengaris*, ale plocha je příliš malá na to, aby dokázala udržet stabilní populace dlouhodobě. Zřejmě slouží jako tranzitní stepping stone při migraci motýlů na jiné stanoviště. Louka se neseká pravidelně, a tak zarůstá náletovými rostlinami a využitelná plocha pro motýli se postupně zmenšuje. Od roku 2022 neprobíhá na louce téměř žádná údržba, s výjimkou údržby okraje silnice. Několik rostlin krvavce se zde ale nachází.

LOH2

Lokalizace (GPS): 50°02'32.338"N, 15°34'41.115"E

Rozloha: 3 053 m²

Vlastnické právo: Povodí Labe

Stručný popis lokality: Větší louka na pravé straně silniční komunikace Přelouč – Lohenice, která navazuje na lokalitu LOH1. Motýli se zde rozmnožují, je zde významná populace krvavce, a to odpovídá i počtům odchycených dospělců. Krvavce jsou zde ale utlačovány náletovými druhy jako je například pcháč, či jasan. Louka se od roku 2008 nekosila a je každoročně ničena zemědělskou technikou, která se zde otáčí. V roce 2019 a 2020 zde proběhlo kosení ve formě pásů a opakované narušení zemědělskými stroji. Následující roky neprobíhal žádný zásah a louka nadále zarůstá jasanovým náletem. Je zde vysoká vegetace a krvavec je zde stále zastoupen.

LOH3

Lokalizace (GPS): 50°02'34.338"N, 15°34'52.087"E

Rozloha: 5 409 m²

Vlastnické právo: ČR, ŘVC, malá část soukromá

Stručný popis lokality: Pravá i levá strana s příkopy podél silnice Přelouč – Lohenice. Lokalitou prochází struha Lohenického ramene. Výskyt ojedinělých rostlin krvavce, zřejmě je funkcí této plochy stepping stone. V období 18. – 19. července se zde seká okraj silnice, jinak je lokalita bez údržby.

LOH4

Lokalizace (GPS): 50°2'33.306"N, 15°35'3.941"E

Rozloha: 1 607 m²

Vlastnické právo: soukromí vlastníci

Stručný popis lokality: Plocha vedoucí kolem Lohenického ramene, pro stabilní populaci příliš malá, ale motýli se zde pravidelně rozmnožují. Částečně je náhodně kosena z důvodu přístupnosti k vodě pro rybáře. Je rybáři narušována sešlapováním a zajížděním automobilů. V roce 2019 byla posečena před letovým obdobím motýlů. Krvavec se zde vyskytuje v několika shlucích a je zde i pár jednotlivých rostlin. V sezóně roku 2020 a 2021 bez seče, ale podél břehu byl sešlapaný pás k místům u vody, zřejmě rybáři. Zůstaly zde pouze 3 trsy krvavce. V roce 2022 a 2023 byla už plocha zcela bez krvavce, původní travnatá louka je zarůstána křovinami, podél vody je zcela narušená a vydupaná komunikace od rybářů.

LOH5

Lokalizace (GPS): 50°02'51.056"N, 15°34'35.285"E

Rozloha: 1 258 m²

Vlastnické právo: ČR, ŘVC, Obec Břehy

Stručný popis lokality: Plocha se nachází podél silnice z Přelouče do obce Břehy, a zároveň vedle propustku potoka Živanické svodnice. Tato plocha je vysoce diverzifikovaná, přičemž zahrnuje xerothermní okraj a přechází do vlhkých depresí u náspu silnice, kde je pozorován hojný výskyt krvavce. Před rokem 2010 zde byla zjištěna nejsilnější populace modrásků u Lohenic. Plocha je bez obhospodařování, ale v minulosti byla zřejmě nepravidelně kosena. V současnosti je zničena z důvodu opravy mostu a pro modrásky není významná. V roce 2022 a 2023 byla bez údržby s výskytem pouze jediné živné rostliny.

LOH6

Lokalizace (GPS): 50°2'52.234"N, 15°34'37.100"E

Rozloha: 3 258 m²

Vlastnické právo: soukromý vlastník

Stručný popis lokality: Plocha probíhá vedle silniční komunikace Přelouč – Břehy, vedle potoka Živanické svodnice. Suchá květnatá louka udržovaná a kosena na golfový trávník. V nedosečených okrajích u potoka roste krvavec, ale místa s motýli jsou narušena z důvodu opravy přemostění. Motýli se zde vyskytují zřídka a je jich málo. V roce 2022 a 2023 byla louka zcela posečena přes celé letové období. Náspy silnic na jejichž okrajích bývalo několik živných rostlin postupně zarůstá křovím.

LOH7

Lokalizace (GPS): 50°02'43.565"N, 15°34'33.316"E

Rozloha: 3 409 m²

Vlastnické právo: ČR, ŘVC

Stručný popis lokality: Podlouhlá plocha podél silnice Přelouč – Břehy. Poměrně xerothermní, ale na vlhkých úsecích roste krvavec. Motýli plochu využívají zřejmě jako stepping stone. Neudržována a v roce 2022 a 2023 postupně zarůstání křovinami.

LOH8

Lokalizace (GPS): 50°02'50.957"N, 15°34'43.165"E

Rozloha: 688 m²

Vlastnické právo: soukromí vlastníci

Stručný popis lokality: Malý travnatý úsek, zhruba 40 x 5 m u lávky přes Živanickou svodnici. Rostou zde asi tři trsy krvavce. Funkcí této plochy bude opět zřejmě stepping stone. V roce 2022 byla plocha částečně pokosena na nízké stéblo, ale v roce 2023 už zcela zarostlá kopřivami a krvavec zde nebyl pozorován.

LOH9

Lokalizace (GPS): 50°02'45.190"N, 15°35'19.741"E

Rozloha: 6 777 m²

Vlastnické právo: soukromí vlastníci

Stručný popis lokality: Vlhká louka vlevo od silnice Přelouč – Lohenice, vedle Lohenického ramene. Částečně zarůstá rákosem, mimo něj se travnaté plochy nepravidelně kosí, krvavec se zde vyskytuje jednotlivě. Od roku 2017 byla vhodně posečena, krvavec se zde vykytoval v části u silnice a v souvislosti zde bylo pozorováno více motýlů. V roce 2022 bylo 14. 6. ještě neposečeno. Louka byla zřejmě posekaná až na jaře roku 2023, v letovém období motýlů zarůstá, krvavec se zde vykytuje velmi vzácně. Byly sledováni pouze jedinci, a to v části nejbliže k silnici.

LOH10

Lokalizace (GPS): 50°02'46.715"N, 15°34'29.646"E

Rozloha: 555 m²

Vlastnické právo: ČR, ŘVC

Stručný popis lokality: Podlouhlý zatravněný úsek na levé straně náspu silnice Přelouč – Břehy. Krvavec se zde vykytuje poměrně hojně, to odpovídá počtu motýlů. Plocha je však velmi malá pro udržení stabilní populace, v roce 2022 a 2023 je zcela bez údržby.

LOH11

Lokalizace (GPS): 50°02'36.955"N, 15°35'22.213"E

Rozloha: 5 538 m²

Vlastnické právo: soukromí vlastníci

Stručný popis lokality: Podlouhlá plocha podél silnice Přelouč – Lohenice. Významná levá strana s betonovými studnami, kvůli kterým nemůže být louka přiorána. Krvavec poměrně zastoupen a motýli zde byli v uplynutých letech příležitostně pozorováni. Krajnice silnice byla vysečena před 14. 6. 2022 a dále v přibližně stejném termínu jako u Ploch 1 a 3. V roce 2023 louka nesekána.

LOH12

Lokalizace (GPS): 50°02'24.701"N, 15°35'24.840"E

Rozloha: 7 116 m²

Vlastnické právo: Město Přelouč

Stručný popis lokality: Pás louky východně od Zajícova rybníka. Krvavec zde roste hojně. V minulosti byla louka sekána pravidelně plošně, ale z hlediska motýlů ne vždy vhodně. Krvavec zde roste dostatečně. V minulosti zde došlo k výrazné změně, kdy jedno z ramen zaniklo a bylo sloučeno s vodní plochou Zajícův rybník. Doprovodná vegetace a dřeviny byly odstraněny a louka je vystavena průvanu, což pro motýli nevytváří zcela vhodné podmínky. Patrně v důsledku jsou zde modrásci sledováni vzácně a v roce 2022 zde žádný management neproběhl. V roce 2023 nesekáno a v letové sezóně zarůstá vysokou trávou, krvavec zastoupen minimálně.

LOH13

Lokalizace (GPS): 50°02'24.240"N, 15°35'12.060"E

Rozloha: 14 300 m²

Vlastnické právo: část ČR, ŘVC, část Město Přelouč

Stručný popis lokality: Podlouhlá velká louka podél Labe, nacházející se SV od Přelouče a JZ od Lohenic mezi Labem a Zajícovým rybníkem. Je udržována nepravidelnou sečí a narušována projížděním osobních automobilů od rybářů. Krvavec se zde místy vyskytuje ve velkých počtech. Z důvodu propojení Zajícova rybníka a Labe, se zde modrásci vyskytují pouze vzácně, zřejmě kvůli průvanu. Louka byla v roce 2019 ve východní části posečena před sezónou, a to vhodnou pásovou sečí, v roce 2020 probíhalo sečení stejně. Na počátku sezóny byla silně zamokřena po vydatných deštích. Před obdobím letové sezóny modrásků v roce 2022 bez zásahu a v roce následujícím stejně jako plocha LOH12, ale krvavec zastoupen častěji.

LOH14

Lokalizace (GPS): 50°02'29.888"N, 15°35'38.710"E

Rozloha: 16 400 m²

Vlastnické právo: Město Přelouč

Stručný popis lokality: Louka nacházející se jihozápadně od Lohenic, typická niva u slepého ramene Labe. Ze severovýchodu je v přímém kontaktu se slepým ramenem a jihozápadně leží pole. Podél louky jsou po okrajích stromy, ale nevytvářejí závětrí. Terénní deprese podél slepého ramene jsou vlhké a podmáčené. Lokalita je intenzivně sečena a hnojena močůvkou. Krvavce se zde vyskytují na většině území v poměrně vysokém počtu, pokrývají více než 30 % plochy. Je zde společně s kakostem lučním převládajícím druhem. Pravidelně se louka kosí v letovém období motýlů, bylo tak pozorováno v roce 2018. V před letovou sezónou 2020 byly vysečeny jen pásy, což je pro motýli příznivé, ale výskyt krvavce zde významně poklesl. V roce 2021 nebyl vykonán žádný cílený management a louka nebyla ani před letovým obdobím posekána, krvavec zůstal potlačen. Vhodný management zde neproběhl ani roku 2022 a neudržovaná lokalita byla v letovém období s velmi vysokou trávou, nicméně krvavec se zde nacházel v dostatečném množství.

LOH15

Lokalizace (GPS): 50°02'26.778"N, 15°35'57.889"E

Rozloha: 5 400 m²

Vlastnické právo: Město Přelouč, soukromý vlastník

Stručný popis lokality: Podélná louka poblíž slepého ramene Labe, typická niva. Rostliny u břehu vytváří severozápadní hranici. Na jihovýchodní straně se nacházejí pole a severovýchodně je další louka. Část louky se seká jen částečně a extenzivně, ale ve výsledku posečena zřejmě celá ve stejném roce, zbylý kus rudealizuje a drží se tam motýlí kolonie. Z rostlin zde dominuje pcháč, psárka a jiné traviny, vegetace je heterogenního rázu. Krvavec se zde jednotlivě vyskytuje také, jeho pokryvnost činí zhruba do 5 % plochy. V roce 2019 proběhl nevhodný management z hlediska motýlů, a to těsně před letovou sezónou. Vhodně byla však sečena jižní část louky, a to pásově i v přijatelném termínu. V roce 2022 a 2023 zcela bez údržby a zarůstá kopřivou.

LOH16

Lokalizace (GPS): 50°02'10.693"N, 15°36'9.063"E

Rozloha: 26 300 m²

Vlastnické právo: Město Přelouč, soukromý vlastník

Stručný popis lokality: Typická nivní louka ležící u Labe, která tvoří její jižní hranici. Severní hranicí protéká vodní tok a z dalších stran k louce přiléhají pole. Louka kopíruje tok a je podlouhlá a poměrně velká. Po silných deštích bývají terénní deprese plné vody. Probíhá zde intenzivní kosení, které louku udržuje, ale z hlediska motýlů tato údržba probíhá v nevhodný termín. Krvavec je zastoupen jednotlivě a roztroušeně, téměř po celé ploše. Mezi dominantní druhy bylin rostoucí na tomto stanovišti patří kakost luční, jitrocel kopinatý a řebíček obecný. V roce 2019 zde byla ve vhodném čase provedena pásová seč, ve směru kolmo k Labi. V roce 2022 částečně posekána okolo 14.6. a postupně ve 3 etapách, seč pokračovala. V roce 2023 byla seč vykonána částečně a bez významnějšího vlivu na krvavec, který zde roste ostrůvkovitě.

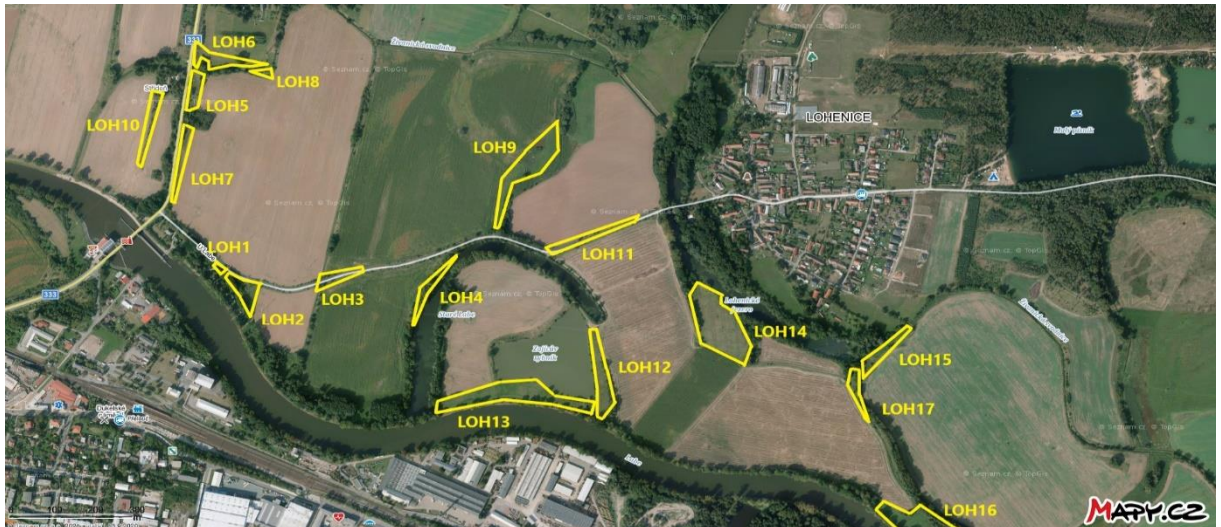
LOH17

Lokalizace (GPS): 50°2'24.597"N, 15°35'55.467"E

Rozloha: 1 170 m²

Vlastnické právo: Město Přelouč

Stručný popis lokality: Palouček navazující na plochu LOH15. Kříží se zde polní cesty a vedle se nachází krmelce. Pás podél cesty neudržován, okolí krmelce občasně posečeno. Výskyt jednotlivých rostlin krvavce. Velikost stanoviště není schopno hostit kolonie modrásků, ale je zde potenciál k možnosti rozvoje, vzhledem k blízkosti k sousední ploše s početnější kolonií. V roce 2022 a 2023 bez managementových zásahů.



Obrázek č. 4: Plochy populačního okruhu Lohenice u Přelouče, zákres studovaných území do mapového podkladu www.mapy.cz

4.2 Vlastní metodika práce

Data byla v terénu sbírána týmem proškolených pracovníků, kterého jsem byla členem. Práce v terénu probíhala v letové sezóně modrásků *Phengaris* a to v letech 2021, 2022 a 2023. Monitorování nebylo uskutečněno za nepříznivého počasí. Dle dostupnosti a časových možností se jednotliví členové střídali v terénu po dnech či týdnech. Na sběru dat se podíleli (abecedně): Arnoldová Terezie, Bitnerová Štěpánka, Bušinová Eva, Drbohlavová Lucie, Gabrhel Vilém, Hladíková Pavla, Jančaříková Eva, Juračková Tereza, Neugebauerová Iveta, Picurová Kristýna, Pilařová Anna, Potočková Hana, Skrbková Kateřina, Slavíková Daniela, Tesařová Nela, Tomšíková Simona, Zachardová Stanka a Vrabec Vladimír.

4.2.1 Způsob sběru dat

První den v terénu probíhalo seznámení se se sledovanými plochami a se způsobem, kterým se motýli monitorují. Zaškolování probíhalo s Ing. Terezií Arnoldovou, Ph. D., která se věnuje monitoringu motýlů dlouhodobě a má tedy více jak 10 let zkušeností. Každou plochu jsme společně prošli a sledovaly jsme, kde roste krvavec a kde lze očekávat největší výskyt motýlů. Dostala jsem cenné rady a návod, jak motýly vyhledávat a čemu věnovat pozornost. Zároveň bylo nutno projít proškolením ohledně chytání a psaní kódů na motýlí křídla. Nejdříve jsem si zkusila chytit a popsat větší motýly jiných druhů, například žluťáška řešetlákového (*Gonepteryx rhamni*), který se na těchto lokalitách vykytuje poměrně běžně, či běláška zelného (*Pieris brassicae*).

Nezbytnou pomůckou pro chytání motýlů je entomologická síťka. Skládá se z teleskopické rukojeti a rámu z ocelové kulatiny. Ten je ve tvaru kruhu a přes něj je natažena nylonová jemná síť. Přestože modrásci rodu *Phengaris* patří k menším druhům motýlů, pro začátečníky se doporučuje zvolit síť s větším průměrem rámu. Je nutno dbát na to, aby byla síťka neustále čistá a suchá, a nedocházelo tak k poškození šupin na motýlích křídlech. Nezbytnou pomůckou byla i lékařská pinzeta, díky které lze motýla pohodlně uchopit a zafixovat za křídla. Ke psaní značek na křídla byl použit lihový permanentní fix značky

CENTROPEN, velikosti 0,6 mm. Data o záchytech jednotlivých motýlů se zaznamenávala do předem připravených tabulek do záznamových archů a pomůckou k nim byly tvrdé desky, pro pohodlnější psaní v terénu.

Značení probíhalo každý den, zhruba od 9. hodiny ranní do 17. hodiny večerní, v závislosti na počasí. Ráno bylo nutno dávat pozor na rosu, která mohla být ve vysoké trávě. Za deště a špatného počasí se nechytalo. Lokality byly procházeny minimálně jedenkrát denně každý den. Pro dosažení kvalitnějších výsledků byly jednotlivé lokality procházeny náhodně v různou časovou dobu. Více času bylo investováno do aktivnějších ploch s vyšší hustotou osídlení modrásků.

Nejčastěji se modrásky podařilo zachytit přímo v letu, nebo sedící na krvavci. Při chytání se osvědčil způsob, kdy je rychlým mávnutím síťky zamírím modráška zhruba do středu kruhu a posléze udělám pohyb opačným směrem a zaklopím síťku, aby motýl zůstal v koncovém cípu síťky, která se uzavřela přes obruč. Následně jsem si tento cíp chytla a rukou s připravenou pinzetou jsem motýla zafixovala. Fixace je nutná ke znehybnění motýla a zároveň aby nedošlo k poškození. Pinzetou uchopíme motýla se složenými křídly, zhruba v jedné třetině křídel od hlavy, pinzetu vedeme rovnoběžně s tělem. Je důležité vyvinout přiměřený tlak, tak aby motýl nevyklouzнул a neuletěl, ale zároveň aby nedošlo k jeho zranění. Zároveň nesmí dojít k poškození tykadel a nožek. Správná fixace motýla je důležitá především proto, aby křídla nebyla zmačkaná nebo nakrabacená, protože kód by pak nemusel být zřetelně čitelný. Jako první bylo důležité rozlišit druh modráška, jelikož se na zkoumaných lokalitách vyskytují i modrásci očkování (*Phengaris teleius*). Následně označíme motýla kódem. Zpravidla se motýl označuje na levou stranu vnějšího druhého páru křídel. Poté jsem zjišťovala, o jaké pohlaví se jedná. Jak bylo zmiňováno, tak je mezi samicí a samcem modráška bahenního rozdílné zbarvení, kdy je samice na líci křídel téměř hnědá. Poté byl motýl vypuštěn zpět.

Ihned poté byl proveden zápis do záznamového archu. Ten obsahoval tabulku, v horní části jsou obecné informace o aktuálním chytání, datum, název lokality a jméno pracovníka. V každém řádku byl poté zapsán právě jeden odchyt motýla.

Zaznamenávané informace byly následující (v pořadí za sebou):

Čas – přesný čas odchytu na minuty

Pohlaví – sameček jako M (male), samice F (female)

Číslo imaga – unikátní kód motýla obsahující písmeno chytače a poté číslo odchytu

Olétanost – subjektivní zhodnocení opotřebenosti motýlích křídel, znázorněné na škále od I. neolétaný, II. mírně olétaný, III. olétaný

Chování – osm nejčastějších aktivit jako: N – nektarink, F – létání (flying), B – slunění (basking), K – kopulace, R – odpočinek (resting), O – kladení, P – hledání samice (patrolling), T – jiné (specifikováno v poznámce)

Oslunění – 1 – jasno, 2 – polojasno, 3 – zataženo

Větrnost – 1 – bezvětří, 2 – mírný vítr, 3 – silný vítr

Lokalita – číslo stanoviště

Poznámka – pokud byl sledován nějaký neobvyklý jev, či nespecifikované chování



Obrázek č. 5: *Jedinec Phengaris nausithous* fixovaný v pinzetě, vlastní fotografie

4.2.2 Způsob zpracování dat

Po skončení letové sezóny motýlů byla všechna data sesbírána a probíhalo statistické vyhodnocování. Záznamy byly ze zapisovacích archů přepsány do tabulek programu Microsoft excel, aby posléze mohly být statisticky vyhodnoceny.

Hodnocení je založeno na porovnání celkových počtů zachycených jedinců na jednotlivých plochách. Densita je zde definována jako celkový počet označených jedinců na rozlohu konkrétního stanoviště. Nezahrnuje imigranty, kteří přiletěli z jiné plochy. Je třeba předpokládat, že motýlů je ve skutečnosti mnohem vyšší počet než prvně označených motýlů, jelikož mezi plochami dochází právě ke zmiňované migraci. Tuto skutečnost však není možné zohlednit bez podrobného modelování situace pomocí výpočetní techniky. Přesnost údajů o počtech primárních značení se pohybuje v řádech desítek jedinců u ploch, kde bylo zachyceno více jak 10 imag, a v řádu jednotlivců tam, kde bylo do deseti motýlů. Důvodem jsou metodická omezení sběru dat a skutečnost, že data neprošla výpočetní evaluací spojenou s vyřazením mylných nebo nespolehlivých záznamů.

4.3 Statistické vyhodnocení

Struktura sbíraných dat byla designována pro zpracování dle metody Cormack – Jolly – Seber viz (Schwarz et Arnason 1996; Carl J. Schwarz et Seber 1999) s využitím programu MARK 9.0 (White et Burnham 1999) a modifikací dle Nowicki (2005). Výpočty byly provedeny Ing. Terezií Arnoldovou, Ph.D. a vedoucím práce doc. Mgr. Vladimírem Vrabcem, Ph.D. na Katedře zoologie a rybářství České zemědělské univerzity v Praze. Podrobný popis postupů je uveden v Nowicki et Vrabec (2011).

5 Výsledky

Pokud to objem získaných dat dovoloval, byly pro jednotlivé patche zpracovány výpočty pomocí MARK 9.0., jinak byly výsledky odhadů dopočteny pomocí vzorců.

5.1 Přehled za rok 2021

V tomto roce probíhal monitoring na patnácti plochách. Plocha číslo LOH15 byla rozdělena na 15a a 15b. Sběr dat pracovníky probíhal v terénu od 7. 7. 2021 a končil 18. 8. 2021, celkem tedy 43 dní. Na lokalitě monitoring neprobíhal celkem 14 dní, dohromady bylo prochytáno 67 % z letové sezóny.

Poměr pohlaví činil 222 : 330 ve prospěch samic (m : f). Průměrná délka života byla spočtena na 1,6 dní – bylo spočítáno pouze na základě průměru v počtu zachycených jedinců. Motýlů chycených opakovaně, tedy více než jednou, bylo 204, což je 37 % z celkového počtu odchycených jedinců.

Plocha s největším zjištěným výskytem byla plocha LOH2. Oproti plochám ostatním byl zde výrazný rozdíl ve výskytu motýlů, označeno bylo 81 % jedinců z celé lokality Lohenice. Významnou plochou byla také plocha LOH15. Dílčí odchvy byly zaznamenány na plochách LOH1 a LOH17 a na zbylých stanovištích nebyl v tomto roce žádný odchyt.

Výpočet v MARK mohl být realizován pouze na třech plochách, těmi byly LOH1, LOH2 a LOH15. Byl zvolen výpočetní model $\varphi(\cdot)p(t)$ se stejným denním přežíváním a varirující pravděpodobností odchycení, která se mění v průběhu času, ale je stejná pro obě pohlaví.

Disperze byly velmi nízké, nejvíce jich bylo pozorováno mezi plochou LOH1 a LOH2. Disperze mezi plochami, založená na poměru opětovně chycených jedinců, kteří imigrovali na jinou plochu:

-13%

Disperze mezi plochami, založená na základě předpokládaného celkového počtu imigrantů:

-13%

Byl zaznamenán jeden imigrant ze sousedního populačního okruhu - ze Slavíkových ostrovů: C80, samec na LOH2

Tabulka č. 1. Výsledky analýzy z MRR pro *Phengaris nausithous*, Lohenice 2021

Plocha	Počet zachycených jedinců n	Parametry pro výpočet		Odhad sezónní velikosti populace				Sezónní pravděpodobnost odchycení \hat{p}_{total}	Odhadovaný počet jedinců	
		denní přežívání $\varphi(.)^a$	průměrná pravděpodobnost odchycení $p(.)^a$	\hat{N}_{total}	SE	95%CI-	95%CI+		Vylíhli jedinci v průběhu sezóny	Imigranti
1	64	0,61	0,42	153	3	126	191	0,42	112	41
2	445	0,69	0,42	1273	10	952	1682	0,35	1142	131
3 ^b	0			0	-	-	-	0,40	2	0
4 ^b	0			0	-	-	-	0,40	0	0
5 ^b	0			0	-	-	-	0,40	0	0
6 ^b	0			0	-	-	-	0,40	0	0
7 ^b	0			0	-	-	-	0,40	2	0
8 ^b	0			0	-	-	-	0,40	0	0
9 ^b	0			0	-	-	-	0,40	0	0
10 ^b	0			0	-	-	-	0,40	0	0
11 ^b	0			0	-	-	-	0,40	0	0
12 ^b	0			0	-	-	-	0,40	0	0
13 ^b	0			0	-	-	-	0,40	0	0
14 ^b	0			0	-	-	-	0,40	0	12
15a ^b	23			58	-	-	-	0,40	18	39
15b	47	0,92	0,05	114	1	92	138	0,41	114	0
Suma	579			1598				0,39	1391	223
Všechny plochy	552	0,70	0,38	1324	61	75	2860			

^a Uváděno pouze pro účely porovnání, zdali použitý model nebral v úvahu konstantní denní přežitelnost ani konstantní pravděpodobnost odchytu.

^b \hat{p}_{total} bylo dopočteno bez odhadů MRR pomocí průměru 0,40

Tabulka č. 2: Zjištěné přelety mezi plochami u *Phengaris nausithous*, Lohenice 2021

Na plochu z plochy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		17													
2	6														2
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15		2													

5.2 Přehled za rok 2022

V roce 2022 bylo opět monitorováno na patnácti plochách. Počty označených jedinců byly při prvním odchytu 576 a celkově bylo odchyceno 1191 jedinců. Monitoring začal o něco dříve, než rok předešlý - 1. 7. a končil 13. 8. 2022.

Z letové sezóny se nechytalo pouze 12 dní a celkově bylo pokryto 73 % času.

Poměr pohlaví byl ve prospěch samic 262 : 314 (m : f). Průměrná délka života byla zjištěna na 1,6 dne, počítáno pouze jako průměr z počtu odchycených jedinců. Více než jednou bylo zachyceno 238 jedinců, což je 41 % z celkového počtu označených motýlů.

Plocha s největším počtem odchytů byla LOH12, kde bylo označeno 84 % všech motýlů z lokality Lohenice. Významné plochy v tomto roce byly i plochy LOH1 a LOH15. V menších číslech se pak v menších počtech motýli odchytávali i na LOH3 a po pár kusech na LOH13, LOH11 a LOH12.

Výpočet byl možný realizovat s obdobným modelem jako v roce předchozím $\varphi(.)p(t)$ a to na LOH1, LOH2, LOH3 a LOH15. U ploch dalších nebylo možné výpočty pomocí MARK provést a pracuje se s kvalifikovaným odhadem za pomoci vzorce.

Disperze mezi plochami, založená na poměru opětovně chycených jedinců, kteří imigrovali na jinou plochu:

-28%

Disperze mezi plochami, založená na základě předpokládaného celkového počtu imigrantů:

-19%

V tomto roce bylo zaznamenáno 5 imigrantů ze sousedního populačního okruhu – ze Slavíkových ostrovů:

A33, samec na LOH13

N96, samec na LOH1

N11, samice na LOH2

N18, samice na LOH1

N71, samice na LOH1

Tabulka č. 3: Výsledky analýzy z MRR pro *P. nausithous*, Lohenice 2022

Plocha	Počet zachycených jedinců n	Parametry pro výpočet		Odhad sezónní velikosti populace				Sezónní pravděpodobnost odchytení \hat{p}_{total}	Odhadovaný počet jedinců	
		denní přežívání $\varphi(.)^a$	průměrná pravděpodobnost odchytení $p(.)^a$	\hat{N}_{total}	SE	95%CI-	95%CI+	Vylíhli jedinci v průběhu sezóny	Imigranti	
1	50	0,60	0,26	168	*	*	*	0,30	115	53
2	481	0,65	0,40	961	213	748	1174	0,50	733	228
3	30	0,73	0,15	76	2	64	96	0,39	2	34
4 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,35	0	0
5 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,35	0	0
6 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,35	0	0
7 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,35	2	0
8 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,35	0	0
9 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,35	0	0
10 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,35	0	0
11 ^b	1	-	-	3	-	-	-	0,35	3	0
12 ^b	1	-	-	3	-	-	-	0,35	3	0
13 ^b	4	-	-	11	-	-	-	0,35	11	0
14 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,35	0	0
15a ^b	53	0,45	0,18	271	*	*	*	0,20	271	0
Suma	620			1493				0,35	1141	314
Všechny plochy	576	0,69	0,35	1191	262	929	1453			

^a Uváděno pouze pro účely porovnání, zdali použitý model nebral v úvahu konstantní denní přežitelnost ani konstantní pravděpodobnost odchyty.

^b \hat{p}_{total} bylo dopočteno bez odhadů MRR pomocí průměru 0,35. * Výpočet neproběhl v programu MARK (nízce hodnotná data)

Tabulka č. 4: Zjištěné přelety mezi plochami *Phengaris nausithous*, Lohenice 2022

na plochu z plochy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		18	1												
2	4		5												
3	1	7													
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15	1	7													

5.3 Přehled za rok 2023

V letové sezóně roku 2023 se monitorovalo na sedmnácti plochách, plocha 15 byla rozdělena na 15a a 15b a pojmenována jako 15 a 17. Monitoring probíhal od 1. 7. do 15. 8. 2023, dohromady tedy 46 dní.

Poměr pohlaví mírně ve prospěch samic 157 : 203 (m : f). Více než jednou bylo odchyceno 153 motýlů, což je 43 % z celkového počtu označených jedinců.

Plocha s největším počtem motýlů byla LOH2 a to zcela výrazně oproti ostatním plochám. Zde bylo označeno 68 % všech motýlů, kteří byli odchyceni na lokalitě Lohenice tohoto roku. Další početnější plochy byly LOH1, LOH15 a LOH17.

Na třech plochách byl proveden výpočet pomocí MARK 9.0, u zbylých ploch nebylo možné provést z důvodu nízkého počtu motýlů. Opět byl použit stejný model $\varphi(\cdot)p(t)$.

Nejvíce disperzí probíhalo z plochy LOH1 na LOH2 a pak mezi plochami LOH15 a LOH17.

Disperze mezi plochami, založená na poměru opětovně chycených jedinců, kteří imigrovali na jinou plochu:

-39%

Disperze mezi plochami, založená na základě předpokládaného celkového počtu imigrantů:

-34%

Byl zaznamenán imigrant ze vzdálenějšího populačního okruhu - z Labišťat:

V19, samec na LOH2

Tabulka č.5: Výsledky analýzy z MRR pro *P. nausithous*, Lohenice 2023

Plocha	Počet zachycených jedinců n	Parametry pro výpočet		Odhad sezónní velikosti populace				Sezónní pravděpodobnost odchycení \hat{p}_{total}	Odhadovaný počet jedinců	
		denní přežívání $\varphi(\cdot)^a$	průměrná pravděpodobnost odchycení $\rho(\cdot)^a$	\hat{N}_{total}	SE	95%CI-	95%CI+		Vylíhli jedinci v průběhu sezóny	Imigranti
1	53	0,45	0,85	70	21	51	124	0,76	52	18
2	244	0,67	0,52	516	121	376	618	0,47	432	84
3 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,50	0	0
4 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,50	0	0
5 ^b	2	-	-	4	-	-	-	0,50	4	0
6 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,50	0	0
7 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,50	0	0
8 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,50	0	0
9 ^b	1	-	-	2	-	-	-	0,50	0	4
10 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,50	0	0
11 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,50	0	0
12 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,50	0	0
13 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,50	0	0
14 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,50	0	0
15	72	0,67	0,33	216	36	164	236	0,33	112	104
16 ^b	0	-	-	0	-	-	-	0,50	0	0
17 ^b	33	-	-	66	-	-	-	0,50	30	36
Suma	405			874				0,52	630	246
Všechny plochy	360	0,70	0,48	712	262	929	1453			

^a Uváděno pouze pro účely porovnání, zdali použitý model nebral v úvahu konstantní denní přežitelnost ani konstantní pravděpodobnost odchytu.

^b \hat{P}_{total} bylo dopočteno bez odhadů MRR pomocí průměru 0,35. * Výpočet neproběhl v programu MARK (nizce hodnotná data)

Tabulka č. 6: Zjištěné přelety mezi plochami *Phengaris nausithous*, Lohenice 2023

na plochu z plochy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1		15															
2	5								1						5		
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9		1															
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15	1	6															6
16																	
17															12		

5.4 Porovnání výsledků

Pro srovnání zde uvádím tabulku s vývojem počtu označených jedinců a skutečně zjištěné velikosti v předchozích letech. Data byla poskytnuta vedoucím práce doc. Mgr. Vladimírem Vrabcem Ph.D.

Tabulka č. 7: Vývoj počtů označených jedinců (PO) a vypočteného množství jedinců (N total) na lokalitě Lohenice u Přelouče v předchozích letech.

	2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023	
	PO	N t	PO	N t	PO	N t	PO	N t	PO	N t	PO	N t	PO	N t
P. nausithous	171	386	467	936	201	428	367	952	552	1324	576	1191	360	712

Tabulka č. 8: Počty prvně označených motýlů druhu *Phengaris nausithous* pro jednotlivé zkoumané plochy u Lohenic v okolí Přelouče v letech 2021 až 2023 s komentářem k pozorovaným změnám v početnosti.

Plocha	2021	2022	2023	Meziroční změna (komentář)
LOH1	61	44	48	Stagnace
LOH2	505	449	225	Významný pokles (o 50 % oproti 2022)
LOH3	0	23	0	Pokles (o 100 % oproti 2022)
LOH4	0	0	0	Stagnace
LOH5	0	0	2	Stagnace
LOH6	0	0	0	Stagnace
LOH7	0	0	0	Stagnace
LOH8	0	0	0	Stagnace
LOH9	0	0	1	Stagnace
LOH10	0	0	0	Stagnace
LOH11	0	1	0	Stagnace
LOH12	0	1	0	Stagnace
LOH13	0	3	0	Stagnace
LOH14	0	0	0	Stagnace
LOH15	20	4	59	Růst početnosti (téměř 15x)
LOH16	0	0	0	Stagnace
LOH17	42	50	27	Pokles (o 46 % oproti 2022)

6 Diskuse

Během tří let byl na stanovištích Lohenic prováděn monitoring modráška *Phengaris nausithous*, a to na patnácti, později sedmnácti plochách. Zároveň probíhala kontrola lučních porostů, obhospodařování a jiných změn, které se na jednotlivých stanovištích v rámci sezón odehrávaly. Tyto změny jsou nedílnou součástí interpretace našich výsledků.

V tabulce č. 8 můžeme pozorovat, že některé plochy jsou z hlediska výskytu *Phengaris nausithous* v posledních třech letech s nulovými záchyty. Předpokládá se, že tedy z hlediska motýlů jsou tyto louky nyní nevhodné. Hlavní příčinou bude zřejmě absence živné rostliny, z čehož lze usuzovat, že se zde motýli nerozmnožují, ale nepřítomnost motýlů na těchto lokalitách zcela jednoznačně nemůžeme určit, jelikož tyto stanoviště mohou sloužit jako důležité nášlapné kameny – stepping stones pro migrace jedinců. Také nelze vyvrátit, že při dodržování vhodného managementu nebudou tyto plochy opět osídleny.

Jako závažnou chybu v metodickém zpracování, ovlivňující výsledky, vidím především výpadek ve sběru dat v roce 2021. Zřejmě z kapacitních důvodů personálu nebyla pokryta významná část letové sezóny, tedy konec července až polovina srpna a 33 % času z letové sezóny nebyl monitoring na lokalitách prováděn. Metodika připouští dělat odchyty i jednou za dva dny, avšak v tomto období, kdy výskyt motýlů vrcholí, zde monitoring čtyři dny v kuse neprobíhal a nejsem schopna odlišit, zda tomu tak bylo v důsledku personální nouze nebo nepříznivého počasí.

Ze zjištěných výsledků však jasně vyplývá, že v průběhu posledních tří sezón se populace ponížila.

6.1 Sezónní stav

V průběhu studovaných tří let byla populace roku 2021 vyhodnocena jako největší z těchto tří sezón. V tomto roce bylo celkově výpočtem odhadnuto 1324 motýlů. V dalším roce bylo motýlů stanoven o něco méně, celkově 1191, přestože tento rok byl oproti předešlému monitorován lépe a výpadky personálu byly maximálně dvoudenní. Sezónní populace roku 2023 byla naopak vyhodnocena jako nejmenší. Byla stanovena dokonce o několik set jedinců menší než roky předchozí. Je pravděpodobné, že výkyvy v populační dynamice mohou být způsobeny člověkem, ale zároveň je třeba vzít v úvahu i přírodní dynamiku.

6.2 Osídlení jednotlivých stanovišť

Jak vyplývá z tabulky č. 8, tak je na většině ploch zaznamenána stagnace. Několik stanovišť je zcela bez odchyty, tam je to pochopitelné. Důvodem může být nízký výskyt živné rostliny či přímo její absence nebo jiný stav v důsledku kterého stanoviště nyní není vhodné.

Na některých jsou zaznamenány jen jednotlivé odchyty, což znamená, že se tam *Phengaris nausithous* vyskytuje, ale pro metapopulační celek jsou tato minimálně osídlená stanoviště nyní bez významu.

Tři stanoviště zaznamenaly pokles v početnosti.

Na stanovištích se motýli nevyskytují rovnoměrně a osídlení se v průběhu let může dynamicky měnit dle vhodných podmínek.

Stanovištěm s celkově nejvíce odchvy byla plocha LOH2. Zde byl v průběhu tří let zaznamenán pokles o 50 %. Z pozorování víme, že tato lokalita byla do roku 2019 a 2020 vysečena formou pásů a od roku 2021 se nekosila a začala zarůstat náletovými rostlinami. Přestože je zde stále krvavec poměrně zastoupen, lze usuzovat a ze zjištěných výsledků vyvodit, že celkový pokles v početnosti může být ovlivněn změnou v dostupnosti zdrojů na této louce.

Na lokalitě LOH3 byl v průběhu pozorován výkyv. V tabulce č. 8 je uveden nulový odchyt pro rok 2021 a 2023, nicméně v roce 2022 byla zaznamenána aktivita většího počtu jedinců. Je vysoce nepravděpodobné, že by se zde motýli vyskytovali jednu sezónu, a tu další ne. Dle mého názoru to může souviset se skutečností, že pracovník, který na plochách v daném období monitoroval, byl úspěšnější v záchytu, ale též tím, že plocha je vymezena příkopy a krajnicí komunikace a v letech 2021 a 2023 mohla být nevhodně posečena, takže se zde motýli nezdržovali. Plocha má zřejmě úlohu jako stepping stone, jelikož se nachází zhruba 200 m daleko od početné plochy LOH2 a může ji tak propojovat s ostatními stanovišti.

Poslední plochou, na které byl zaznamenán v roce 2023 zaznamenán pokles, byla plocha LOH17 (původně 15b). V roce 2021 a 2022 bylo toho stanoviště, co se týká početnosti, zastoupeno obdobně a rok následný je zde pozorován prudký pokles početnosti až o 46 %. Souvisí to zřejmě s tím, že v letech 2022 a 2023 nebyla louka kosena a zarůstá buřením. Tato lokalita je sama o sobě velmi malá, ale má potenciál k rozvoji, jelikož se nachází vedle početnější louky LOH15 (původně 15a), která však vykazuje jako jediná ze všech stanovišť Lohenic významný nárůst v průběhu sledovaných tří let. Početnost se zde za rok 2023 navýšila až 15x, přestože na tomto stanovišti nyní neprobíhá žádný cílený management.

6.3 Průměrná délka života jedince

Nowicki et al. (2005b), se zabývali výzkumem modrásků *Phengaris* v Polsku. V ideálních laboratorních podmínkách byla průměrná délka života dospělce *Phengaris nausithous* určena až na 6 dní. V přírodě však byla vysledována na 2,2 - 3,3 dne. Z našich výsledků v letech 2021 a 2022 vyplývá průměrná doba imaga na 1,6 dne. Citované studii se tedy náš výsledek blíží. Výsledné číslo však může být ovlivněno nedostatkem sesbíraných dat nebo naopak značným množstvím zachycených jedinců, protože průměrná délka života byla zjišťována pouze z odchycených jedinců a skutečný výsledek průměrné délky života může být značně vyšší.

6.4 Struktura populace

Dle obecného schématu by poměr pohlaví měl být vyrovnaný, předpokládá se tedy u většiny denních motýlů 1 : 1 (Beneš et al. 2002). Naše výsledky výzkumu ve všech třech letech naznačují převahu samic. Procento samic bylo v roce 2021 zaznamenáno na 60 % z celé populace. Rok 2022 naznačuje pak více vyrovnaný poměr, kdy je samic 55 % a v roce 2023 se číslo zachycených samic mírně navýšilo na 57 %. Nedochozí k výrazným změnám v poměru pohlaví a lze tedy usuzovat spíše na pozdější zahájení monitoringu nebo horší záchyt samců v začátku sezóny u protandrického druhu, než na skutečnost, že na této lokalitě je stabilní mírná převaha samic. Případné sezónní vychýlení poměru pohlaví však v početně slušné populaci nezpůsobuje nerovnováhu (Beneš et al. 2002).

6.5 Disperze

U druhů s fragmentovaným výskytem, vázaným jen na určité specifické stanoviště, je klíčovým procesem migrace, díky které se jednotlivé celky mohou propojovat do větších metapopulací a zachovávat tak genetický drift.

Nowicki et al. (2014) uvádějí jako maximální délku přeletu pro *Phengaris nausithous* až 5 km, ale zároveň přelety na jednotlivých lokalitách byly nejčastěji pozorovány mezi dvěma sousedícími plochami a průměrná vzdálenost přeletu byla okolo 200 m (Nowicki et al. 2014).

V naší studii bylo potvrzeno, že populace jednotlivých lokalit jsou přelety bezpečně propojeny a ty se odehrávají nejen mezi sousedními stanovišti v rámci lokality, ale že jedinci jsou schopni přelétat i ze vzdálenějších lokalit jako jsou Slavíkovy ostrovy nebo Labišťata.

Vzhledem k těmto záznamům krátkých i dlouhých přeletů a imigraci jedinců z jiných lokalit v okolí Přelouče lze usuzovat, že zde existuje funkční metapopulační struktura, což je důležitým výsledkem této práce.

7 Doporučení pro praxi

Z poznatků uvedených v literární části jednoznačně vyplývá, jak jsou modrásci rodu *Phengaris* úzce vázaní na prostředí, ve kterém se nacházejí. Jakékoliv nepatrné změny mohou mít nepříznivý vliv a populace ohrozit. Dle Beneše et al. (2002) rozhoduje o udržení populací na jednotlivých lokalitách kvalita prostředí. Pro udržení je klíčový v tomto případě výskyt krvavce totenu, a tedy správný management biotopů. Pokud nebude probíhat vhodná péče o daná stanoviště v okolí Lohenic a budou obhospodařovány způsobem zabraňujícím rozvoje živných rostlin a uchování kolonií hostitelských mravenců rodu *Myrmica*, a i nadále zarůstat náletovými bylinami a dřevinami, tak v důsledku bude výskyt krvavce potlačen a jeho počty nadále klesat, až zcela vymizí. Tak se tomu už na některých stanovištích Lohenic stalo. Pro ochranu populací je při jakémkoliv zásahu do krajiny v této lokalitě nutno předem promyslet dopady.

Vzhledem k ohroženosti obou modrásků, vyskytujících se na daném území, je nejlepší volbou zajistit každý rok vhodný a cílený management formou údržby lokalit kosením. Hlavní zásadou je kosit louky v přijatelném časovém období, tedy jak bylo zmiňováno v kapitole: Management lokalit s výskytem *Phengaris nausithous*, a to v období před, případně až po letové sezóně a vhodným způsobem seče s ponecháním nepokosených fragmentů v zájmu stabilizace populací mravenců.

Doporučení je třeba aplikovat na všechna dostupná stanoviště, protože je vysoce pravděpodobné, že pokud by management probíhal, tak se počty krvavce totenu na stanovištích zvýší a značně se tím podpoří výskyt motýla. Cílem však nesmí být jednorázová maximalizace početnosti populace motýla, ale její dlouhodobá stabilizace v čase. Proto je vhodné rozčlenit dostupná stanoviště z hlediska termínu seče ještě na jemnější úrovni, tak aby se dosáhlo větší variability, tedy aby seče všech stanovišť neprobíhaly ve stejném termínu a zachovala se určitá rozrůzněnost v momentálním stavu jednotlivých patchů.

8 Závěr

Populace modrásků bahenních *Phengaris nausithous* byla tři roky po sobě monitorována na jednotlivých stanovištích lokality Lohenice u Přelouče. Předložená práce shrnuje poznatky o modrásku, výsledky našeho sledování a následnou interpretaci. Byla shromážděna data z terénu, provedeny výpočty odhadu populace a jiných populačních ukazatelů, a to pomocí softwaru MARK 9.0.

Cíle práce byly splněny a výsledky byly v rámci tří let po sobě porovnány a okomentovány. Populace modráška bahenního ve všech třech letech disponovala dostatečně početnou populací, která umožňuje přežití druhu ($n = 712$ až 1324 jedinců). Z tříletého trendu našich dat je však pozorován pokles početnosti jedinců v populaci. Příčiny mohou být různé. Tento propad může být vyvolán přirozenou populační dynamikou (propad po gradaci), ale například i změnou klimatu a jinými externími vlivy. Nejspíše však půjde o kombinaci více vlivů zároveň.

Přestože většinu těchto vlivů nelze nijak predikovat a měnit, jeden z nejpodstatnějších je ovlivnitelný. Je jím údržba stanovišť v podobě vhodného lučního managementu. Dostupnost živné rostliny, hostitelských mravenců a vegetační pokryv za tyto poslední tři roky dostal plno negativních změn. Je nutno varovat před pokračujícím omezením vhodné údržby území. Pokud budou nevhodné změny i nadále pokračovat, může to přežívající populaci ohrozit.

Stavba plavebního kanálu na Labi může zásadně ovlivnit kolonie modrásků ve sledovaném území, protože dojde k destrukci určitých stanovišť, která jsou modrásky obývána a také mohou sloužit pro přelety na stanoviště jiná jako nášlapné kameny. Tím by se mohla narušit struktura stávající funkční metapopulace.

9 Literatura

- Bartoš, J. 2003. Historie kanálu Dunaj-Odra-Labe. Zpráva projektu VaV. 610 . 02–03.
- Beneš, J., Konvička, M., Dvořák, J., Fric, Z., Havelda, Z., Pavlíčko, A., Vrabec, V., Weidenhoffer, Z. 2002. Motýli České republiky. 2. Praha. Společnost pro ochranu motýlů. p. 494. ISBN: 978-80-903212-0-5.
- Bonelli, S., Vrabec, V., Witek, M., Barbero, F., Patricelli, D., Nowicki, P. 2013. Selection on dispersal in isolated butterfly metapopulations. *Population Ecology*. 55 (3). 469–478. doi: 10.1007/s10144-013-0377-2.
- Capinera, J. L. 2008. *Encyclopedia of Entomology*. Springer Science & Business Media. p. 4411. ISBN: 978-1-4020-6242-1.
- Čížek, L., Beneš, J., Konvička, M. 2019. Úbytek hmyzu. Špatně zdokumentovaná katastrofa? *Živa*. 5 . 247–250.
- Daniels, H., Gottsberger, G., Fiedler, K. 2005. Nutrient Composition of Larval Nectar Secretions from Three Species of Myrmecophilous Butterflies. *Journal of Chemical Ecology*. 31 (12). 2805–2821. doi: 10.1007/s10886-005-8395-y.
- Di Salvo, M., Calcagnile, M., Talà, A., Tredici, S. M., Maffei, M. E., Schönrogge, K., Barbero, F., Alifano, P. 2019. The Microbiome of the *Maculinea-Myrmica* Host-Parasite Interaction. *Scientific Reports*. 9 (1). 8048. doi: 10.1038/s41598-019-44514-7.
- Dierks, A., Fischer, K. 2009. Habitat requirements and niche selection of *Maculinea nausithous* and *M. teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae) within a large sympatric metapopulation. *Biodiversity and Conservation*. 18 (13). 3663–3676. doi: 10.1007/s10531-009-9670-y.
- Elmes, G. W., Thomas, J. A. 1992. Complexity of species conservation in managed habitats: interaction between *Maculinea* butterflies and their ant hosts. *Biodiversity & Conservation*. 1 (3). 155–169. doi: 10.1007/BF00695913.
- Fiedler, K. 1990. New information on the biology of *Maculinea nausithous* and *M. teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Nota Lepidopterologica*. 12 . 246–256.
- Figurny, E., Woyciechowski, M. 1998. Flowerhead Selection for Oviposition by Females of the Sympatric Butterfly Species *Maculinea teleius* and *M. nausithous* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Entomologia Generalis*. 23 . 215–222.
- Fric, Z., Wahlberg, N., Pech, P., Zrzavý, J. 2007. Phylogeny and classification of the *Phengaris-Maculinea* clade (Lepidoptera: Lycaenidae): total evidence and phylogenetic species concepts. *Systematic Entomology*. 32 (3). 558–567. doi: 10.1111/j.1365-3113.2007.00387.x.
- Gaston, K. J., Davies, T. W., Nedelec, S. L. & Holt, L. A. 2017. Impacts of artificial light at night on biological timings. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 48. 49– 68.
- Goldsmith, T. H., Philpott, D. E. 1957. THE MICROSTRUCTURE OF THE COMPOUND EYES OF INSECTS. *The Journal of Biophysical and Biochemical Cytology*. 3 (3). 429–440. doi: 10.1083/jcb.3.3.429.

- Groden, E., Drummond, F. A., Garnas, J., Franceour, A. 2005. Distribution of an Invasive Ant, *Myrmica rubra* (Hymenoptera: Formicidae), in Maine. *Journal of Economic Entomology*. 98 (6). 1774–1784. doi: 10.1093/jee/98.6.1774.
- Háková A., Klaudivová A., Sádlo J. (eds.) 2004: Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. PLANETA XII, 3/2004 – druhá část. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- Harrison, S., Murphy, D. D., Ehrlich, P. R. 1988. Distribution of the bay checkerspot butterfly, *Euphydryas editha bayensis* - evidence for a metapopulation model. *American Naturalist*. 132. 360-382.
- Hejda, R., Farkač, J., Chobot, K. 2017. Červený seznam ohrožených druhů České republiky: BEZOBRATLÍ : Red List of Threatened Species of Czech Republic: INVERTEBRATES. *Příroda*. 1–611.
- Horáček, I. 1984. K otázce použitelnosti Petersenova indexu: testování spolehlivosti získaných dat. *Lynx*. 22. 79-82.
- Kaplan, Z. (Ed.) 2019. Klíč ke květeně České republiky. Druhé, aktualizované a zcela přepracované vydání. Praha. Academia. p. 1168. ISBN: 978-80-200-2660-6.
- Kristensen, N., Kelber, A., Warrant, E. 2003. Eyes and vision. In: *Lepidoptera, Moths and Butterflies: Volume 2: Morphology, Physiology, and Development*. s. 325–359. ISBN: 978-3-11-089372-4.
- Laštůvka, Z., Liška, J. 2011. Komentovaný seznam motýlů České republiky. Biocont Laboratory. Získáno z https://www.researchgate.net/profile/Zdenek-Lastuvka/publication/310774240_Annotated_checklist_of_moths_and_butterflies_of_the_Czech_Republic/links/5836c80b08aed45931c804e0/Annotated-checklist-of-moths-and-butterflies-of-the-Czech-Republic.pdf
- Levins, R. 1968. *Evolution in changing environments*. Princeton University Press. Princeton p. 417.
- Macek, J., Laštůvka, Z., Beneš, J., Traxler, L. 2015. Motýli a housenky střední Evropy. Roč. 2015. ISBN: 978-80-200-2429-9. Získáno z https://arl.cbvk.cz/arl-cbvk/cs/detail-cbvk_us_cat-0608865-Motyli-a-housenky-stredni-Evropy/
- Machar, I., The influence of the Danube - Odra -Elbe water canal project on the biogenocenoses of foodplainforests (Czech republic) *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2010, 58: 17.
- Münker, B. 1998. *Kniha Plané rostliny střední Evropy - Trh knih - online antikvariát*. . Získáno 23. únor 2024, z <https://www.trhknih.cz/kniha/6obcbjmu>
- New, T. R. 1993. *Conservation Biology of Lycaenidae (butterflies)*. IUCN. p. 188. ISBN: 978-2-8317-0159-2.
- Nowicki, P., Marczyk, J., Kajzer-Bonk, J. 2015. Metapopulations of endangered *Maculinea* butterflies are resilient to large-scale fire. *Ecohydrology*. 8 (3). 398–405. doi: 10.1002/eco.1484.
- Nowicki, P., Pepkowska-Krol, A., Kudlek, J., Skórka, P., Witek, M., Woyciechowski, M., Settele, J., Kühn, E., Thomas, J. 2005a. Landscape scale research in butterfly population ecology - *Maculinea* case study. . s. 140–143.

- Nowicki, P., Vrabec, V., Binzenhöfer, B., Feil, J., Zakšek, B., Hovestadt, T., Settele, J. 2014. Butterfly dispersal in inhospitable matrix: rare, risky, but long-distance. *Landscape Ecology*. 29 (3). 401–412. doi: 10.1007/s10980-013-9971-0.
- Nowicki, P., Witek, M., Skórka, P., Settele, J., Woyciechowski, M. 2005b. Population ecology of the endangered butterflies *Maculinea teleius* and *M. nausithous* and the implications for conservation. *Population Ecology*. 47 (3). 193–202. doi: 10.1007/s10144-005-0222-3.
- Pierce, N. E., Braby, M. F., Heath, A., Lohman, D. J., Mathew, J., Rand, D. B., Travassos, M. A. 2002. The Ecology and Evolution of Ant Association in the Lycaenidae (Lepidoptera). *Annual Review of Entomology*. 47 (1). 733–771. doi: 10.1146/annurev.ento.47.091201.145257.
- Reichholf-Riehm, H. 2003. Motýli – kniha. Rebo, Německo, 239, ISBN: 80-7234-310-6
- Schwarz, Carl J., Seber, G. A. F. 1999. Estimating Animal Abundance: Review III. *Statistical Science*. 14 (4). 427–456. doi: 10.1214/ss/1009212521.
- Schwarz, Carl James, Arnason, A. N. 1996. A General Methodology for the Analysis of Capture-Recapture Experiments in Open Populations. *Biometrics*. 52 (3). 860–873. doi: 10.2307/2533048.
- Skalický, V. 1995. 8. *Sanguisorba L.*–krvavec. *Květena České republiky*. 4 . 240–246.
- Thomas, J. A. 1984. The behaviour and habitat requirements of *Maculinea nausithous* (the dusky large blue butterfly) and *M. teleius* (the scarce large blue) in France. *Biological Conservation*. 28 (4). 325–347. doi: 10.1016/0006-3207(84)90040-5.
- Van Swaay, C., Warren, M., Loïs, G. 2006. Biotope Use and Trends of European Butterflies. *Journal of Insect Conservation*. 10 (2). 189–209. doi: 10.1007/s10841-006-6293-4.
- van Swaay, C., Cuttelod, A., Collins, S., Maes, D., Munguira, M. L., Šašić, M., Settele, J., Verovnik, R., Verstrael, T., Warren, M., Wiemers, M. 2010. European Red List of Butterflies. ISBN: 978-92-79-14151-5. Získáno z <https://www.croris.hr/crosbi/publikacija/knjiga/7419>
- Vašátko, J., Horsák, M. 2000. Měkkýši labské nivy u Přelouče [Molluscs of the Labe river floodplain near Přelouč town (North-eastern Bohemia)]. . s. 237–246. ISBN: 978-80-86046-49-5.
- Vrabec, Vladimír, Bubová, T., Vejtrubová, M., Kulma, M. 2014. Nové lokality modrásků rodu *Phengaris* (Lepidoptera: Lycaenidae) v okolí Přelouče. The New Localities of Large Blue Butterflies from Genus *Phengaris* (Lepidoptera: Lycaenidae) around Přelouč Town (Czech Republic). *Práce muzea v Kolíně - řada přírodovědná*. 11. 105–114.
- Vrabec, Vladimír, Kulma, M., Bubová, T., Nowicki, P. 2017. Long-term monitoring of *Phengaris* (Lepidoptera: Lycaenidae) butterflies in the Přelouč surroundings (Czech Republic): is the waterway construction a serious threat? *Journal of Insect Conservation*. 21 (3). 393–400. doi: 10.1007/s10841-017-9982-2.
- Wahlberg, N., Wheat, C. W., Peña, C. 2013. Timing and Patterns in the Taxonomic Diversification of Lepidoptera (Butterflies and Moths). *PLoS ONE*. 8 (11). e80875. doi: 10.1371/journal.pone.0080875.

- White, G. C., Burnham, K. P. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study*. 46 (sup1). S120–S139. doi: 10.1080/00063659909477239.
- Witek, M., Sliwiska, E. B., Skórka, P., Nowicki, P., Settele, J., Woyciechowski, M. 2006. Polymorphic growth in larvae of *Maculinea* butterflies, as an example of biennialism in myrmecophilous insects. *Oecologia*. 148 (4). 729–733. doi: 10.1007/s00442-006-0404-5.
- Wynhoff, I. 1998. Lessons from the reintroduction of *Maculinea teleius* and *M. nausithous* in the Netherlands. *Journal of Insect Conservation*. 2 (1). 47–57. doi: 10.1023/A:1009692723056.

10 Seznam tabulek

- Tabulka č. 1: Výsledky analýzy z MRR pro *Phengaris nausithous*, Lohenice 2021
- Tabulka č. 2: Zjištěné přelety mezi plochami u *Phengaris nausithous*, Lohenice 2021
- Tabulka č. 3: Výsledky analýzy z MRR pro *P. nausithous*, Lohenice 2022
- Tabulka č. 4: Zjištěné přelety mezi plochami *Phengaris nausithous*, Lohenice 2022
- Tabulka č. 5: Výsledky analýzy z MRR pro *P. nausithous*, Lohenice 2023
- Tabulka č. 6: Zjištěné přelety mezi plochami *Phengaris nausithous*, Lohenice 2023
- Tabulka č. 7: Vývoj počtů označených jedinců (PO) a vypočteného množství jedinců (N total) na lokalitě Lohenice v předchozích letech
- Tabulka č. 8: Počty prvně označených motýlů druhu *Phengaris nausithous* pro jednotlivé zkoumané plochy v okolí Přelouče v letech 2021 až 2023 s komentářem k pozorovaným změnám v početnosti

11 Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Samec druhu *Phengaris teleius*, vlastní fotografie

Obrázek č. 2: Výskyt *Phengaris nausithous* v České republice, © AOPK ČR 2024, Zdroj: https://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=97895

Obrázek č. 3: Kopulující jedinci *Phengaris nausithous* (na snímku označený jedinec), vlastní fotografie

Obrázek č. 4: Plochy populačního okruhu Lohenice u Přelouče, zakres studovaných území do mapového podkladu, www.mapy.cz.

Obrázek č. 5: Jedinec *Phengaris nausithous* fixovaný v pinzetě, vlastní fotografie